REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

QK1
.R44
1923
v.35

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

FONDÉE PAR GASTON BONNIER

DIRIGÉE PAR

M. Marin MOLLIARD

DOYEN DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

PROFESSEUR DE PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE A LA SORBONNE

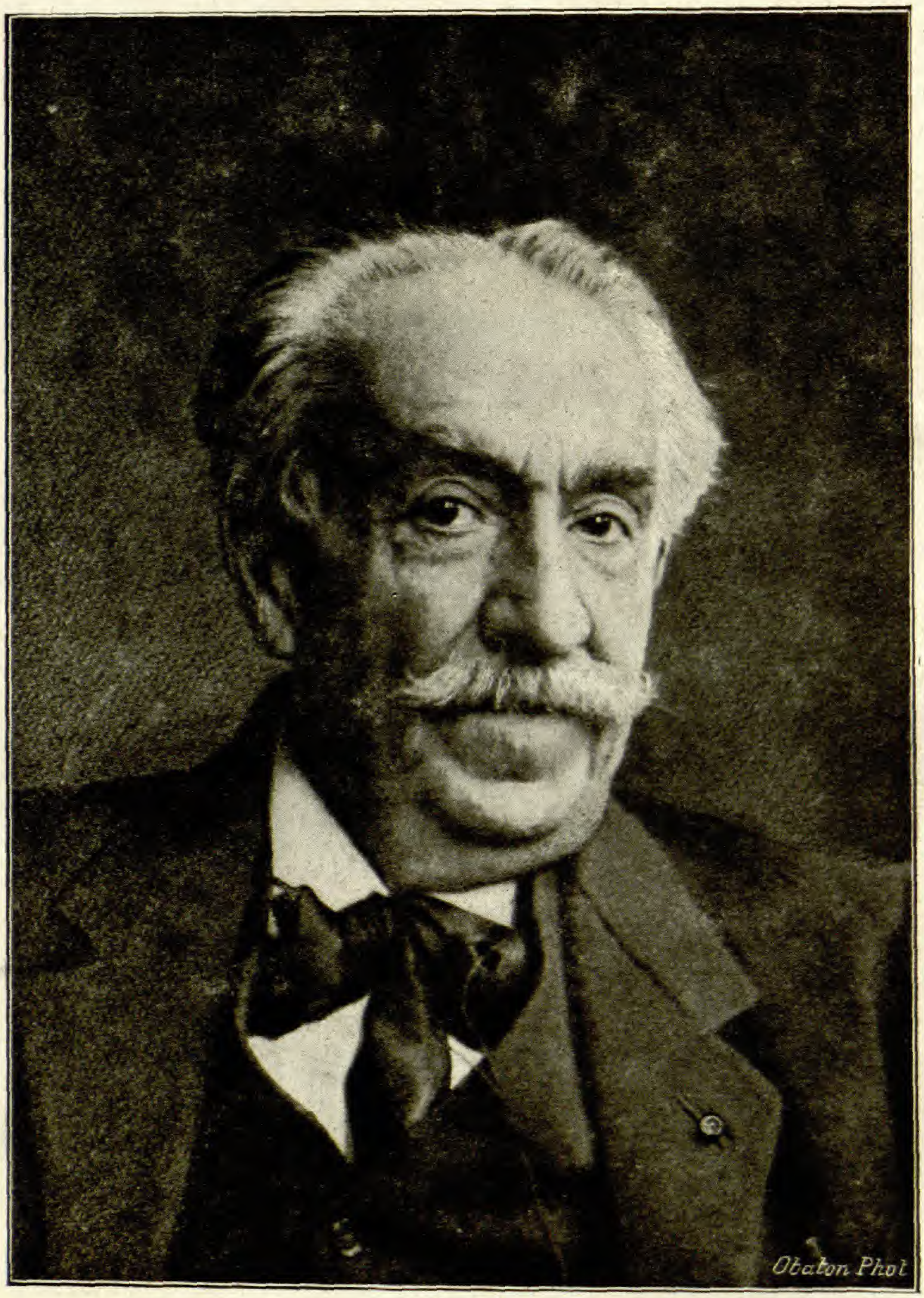
TOME TRENTE-CINQUIÈME

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
4, RUE DANTE, 4

1923

MISSOURI BOTANICAL GARDEN LIBRARY

B 3.50



GASTON BONNIER
1853-1922

MORT DE M. GASTON BONNIER

Le fondateur de la *Revue générale de Botanique*, M. Gaston Bonnier, est mort le 30 décembre 1922 ; sa perte est douloureuse pour la science et pour les nombreux amis qu'il comptait. Il sera publié ultérieurement dans ce périodique même, qu'il a dirigé pendant 34 ans, une Notice sur les travaux et l'activité scientifique de celui qui vient de disparaître. Son élève et son collègue M. Marin Molliard, Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, assume la tâche de continuer la direction de la Revue générale de Botanique.

Nous publions en tête de ce premier numéro de 1923 le discours que M. Molliard a prononcé sur la tombe de celui qui fut son ami de toujours.

DISCOURS PRONONCÉ AUX OBSÈQUES DE M. GASTON BONNIER

2 Janvier 1923.

C'est le cœur serré que le Doyen de la Faculté des Sciences vient adresser un dernier adieu à celui qui fut son Maître et son Collègue pendant 30 ans et qui pendant 30 ans ne cessa de lui témoigner une inaltérable amitié.

Au moment de quitter pour toujours celui qui a tenu une si grande place dans mon existence, je revis cette longue période d'intimité, les souvenirs se pressent dans mon esprit : c'est toute la vie d'un Laboratoire qui se déroule devant moi ; mais comment exprimer par des mots toutes les sensations que j'éprouve devant cette brusque disparition ?

Les mots ont toujours une certaine brutalité qui les empêche de

traduire la délicatesse et les nuances des sentiments intimes dont est faite l'amitié.

Je renonce à analyser la douleur que ressentent tous les amis de celui dont nous pleurons la perte et je veux simplement rappeler devant cette tombe ouverte les traits essentiels d'une vie faite de travail et de bonté.

Cette vie s'est déroulée entièrement à Paris, et dans un coin très restreint de Paris, au sommet de la Montagne Sainte-Geneviève ; le grand-père de Bonnier, Ortolan, habitait ainsi que son père, à la Faculté de droit où ils étaient Professeurs ; c'est là que s'écoula l'enfance de BONNIER, comme celle de son compagnon de jeux, Henri Pellat, dont le grand-père était lui-même Doyen de la Faculté de droit, et qui est resté jusqu'à sa mort l'ami le plus fidèle et le plus sûr.

Que de souvenirs BONNIER gardait de ces années d'enfance qui laissent dans l'esprit de tous une empreinte si vive et si durable ; il les a retracées d'une façon charmante dans un discours prononcé en 1918 à la distribution des prix de son vieux Lycée Henri IV. Il y rappelle en particulier la journée tragique de l'entrée des Versaillais à Paris et l'exécution de plusieurs chefs de l'insurrection sur les marches du Panthéon ; il y conte comment, quelques heures auparavant, un émissaire à cheval envoyé par Raoul Rigault avait apporté l'ordre de saisir comme otages les trois Professeurs de la Faculté qui l'avaient jadis refusé à son examen de licence ; c'étaient le Doyen Pellat et les deux Professeurs Ortolan et Bonnier ; mais les circonstances ne permirent pas que l'ordre fût exécuté.

En 1873, BONNIER fait le voyage de la rue Clovis à la rue d'Ulm ; il devait rester 14 ans à l'Ecole Normale, successivement comme Elève, Agrégé-préparateur, Chargé de Conférences et Maître de Conférences. Ce n'est pas ici le lieu de parler des travaux qu'il effectua au cours de cette période, ou qu'il réalisa plus tard ; ses amis et ses élèves les retraceront ailleurs : ils en montreront l'importance et l'originalité, qu'il s'agisse de Physiologie ou du chapitre nouveau que BONNIER a ouvert, celui de la Morphologie expérimentale.

Mais ce que je tiens à rappeler, c'est le rôle capital que joua BONNIER dans l'organisation de l'Enseignement des Sciences naturelles à l'Ecole Normale ; jusqu'alors ces Sciences étaient quel-

que peu tenues à l'écart ; l'enseignement qui leur correspondait constituait une portion infime du programme de l'agrégation des Sciences physiques et les vocations d'un Van Tieghem, d'un Perrier, d'un Giard, d'un Dastre ou d'un Bonnier, pouvaient être considérées comme des phénomènes exceptionnels. BONNIER fut un de ceux qui contribuèrent le plus à la création d'une agrégation spéciale des Sciences Naturelles et à l'installation de ces modestes Laboratoires de la rue Rataud, qui constituèrent désormais, sous le nom de « Nature » une sorte d'annexe de l'Ecole Normale primitive. BONNIER fit preuve en cette circonstance d'une activité qui eut raison de toutes les lenteurs administratives et jamais les biologistes ne lui seront assez reconnaissants d'avoir créé presque de toutes pièces ce nouvel organisme.

C'est dans ce Laboratoire que BONNIER fit ses premières recherches ; c'était au moment où se déroulait l'épopée pastorienne et il ne faut pas s'étonner que BONNIER soit un des premiers à avoir appliqué les méthodes du Maître à une question de biologie végétale, celle de la synthèse des Lichens.

En 1887, BONNIER, âgé seulement de 32 ans, est appelé à succéder à Duchartre dans la chaire de Botanique de la Faculté des Sciences ; il y fait preuve des mêmes qualités créatrices et d'organisation qu'à l'Ecole Normale. Les pauvres Laboratoires de la rue Rataud avaient du moins à leur disposition un coin de jardin ; à la Sorbonne rien de semblable, les recherches ne peuvent porter que sur des plantes sèches ou des matériaux fixés ; celles qui concernent les plantes vivantes sont à peu près interdites. BONNIER conçut aussitôt la fondation d'un Laboratoire annexe de la Faculté qui serait établi à la campagne ; grâce à son énergie, à sa persévérance, il lui suffit de deux ans pour obtenir la concession d'un terrain et réaliser la construction du Laboratoire édifié en 1889 à la lisière de la forêt de Fontainebleau.

Que de travaux ce Laboratoire de Biologie végétale a permis de conduire à bien ! Et c'est là que, dans une intimité charmante, les élèves apprenaient le mieux à apprécier le Maître. Quel souvenir délicieux je garde pour ma part de ces longues causeries sous le chaume où il aimait à travailler, ou près du rucher qu'avait installé son cousin de Layens, causeries qui portaient naturellement sur des questions de biologie, mais aussi sur mille autres sujets et qui déce-

laient un esprit ouvert à toutes les formes que peuvent revêtir le vrai et le beau.

Tous ceux qui ont été à même de profiter de ce Laboratoire en plein air, qui constitua la plus heureuse des innovations, ont gardé envers son fondateur des sentiments de profonde reconnaissance pour la manière dont il a dirigé leurs travaux et pour le dévouement dont il a fait preuve à leur égard. Lorsqu'en 1914 les anciens élèves de BONNIER ont eu l'idée de fêter le vingt-cinquième anniversaire de la création du Laboratoire de Fontainebleau, on a pu juger de l'attachement qui les liait au Maître et, au nombre des paroles affectueuses qui lui furent adressées, il me revient en mémoire une pièce de vers qui se terminait ainsi :

« Vous êtes avant tout le Maître que l'on aime,
« Car vous avez en vous, ô Maître respecté,
« Une qualité suprême et rare, la Bonté ».

Ces vers étaient écrits par Matruchot que nous accompagnions ici-même à sa dernière demeure il y a dix-huit mois ; d'un passé déjà long vécu aux côtés de mon camarade et de notre Maître commun, voilà qu'il ne me reste plus que le souvenir de mes compagnons de route.

L'activité de BONNIER s'est encore traduite par la fondation d'un périodique, la *Revue générale de Botanique*, dont le trente-quatrième volume vient de paraître, et dans lequel ont été publiés la plupart des travaux de « Physiologie et de Biologie » effectués dans les Laboratoires qu'il dirigeait, et auquel ont collaboré tous ses élèves français et étrangers.

Il n'a pas encore suffi à BONNIER de laisser une œuvre personnelle de premier rang, de fournir aux botanistes de nouvelles armes de travail, de faire aimer la Botanique des Etudiants de la Sorbonne par un enseignement remarquable de vie et de clarté, il a voulu encore, et ce n'est peut-être pas le côté le moins important de sa tâche, assurer la diffusion des Sciences Naturelles dans le public cultivé. Par ses nombreux livres de vulgarisation, par ses divers articles écrits d'une langue agréable et limpide, il a contribué à répandre le goût de la Biologie ; il est bien que les savants, dans l'intérêt même de la Science, ne vivent pas trop à l'écart, dans leur tour d'ivoire.

Bonnier a écrit d'autre part, à l'usage des jeunes naturalistes, de petites flores qui sont des merveilles de précision et de clarté et laissent bien loin derrière elles tout ce qui avait été tenté avant lui dans ce genre ; j'imagine qu'il en a conçu l'exécution à l'époque où, encore écolier, il parcourait avec son ami Pellat, les Alpes du Dauphiné et cherchait à déterminer, sans y parvenir toujours, les plantes qu'il avait sous les yeux ; il a voulu que ses successeurs ne connussent pas les réelles difficultés que lui-même avaient rencontrées.

Le long chemin que nous avons parcouru côte à côte m'a permis de bien connaître le savant et le Professeur, mais il m'a été aussi donné de pouvoir apprécier les qualités qui caractérisaient Bonnier dans sa vie familiale, vie de la plus grande simplicité et de la plus entière bonté ; toujours prêt à rendre service à ses amis, toujours prêt à soulager les infortunes qui lui étaient signalées, il laissera à tous ceux qui l'ont bien connu le souvenir d'un homme de grand cœur.

Devant le mystère de la mort, et quelle que soit la réponse que chacun de nous cherche à faire à la question posée depuis que l'humanité pense, il est du moins une certitude, c'est que ceux qui nous sont enlevés continuent à vivre dans le souvenir de ceux qui les ont aimés ; l'homme de science a de plus le privilège de se survivre par son œuvre, et Bonnier a apporté à l'édifice de la Science qu'il a cultivée une maîtresse pierre qui perpétuera son souvenir ; ayez cette consolation, Madame, dans votre deuil cruel, que le nom de votre mari, comme celui de votre cher père, restera vivant dans la Science; tous deux ont transmis le flambeau sacré à ceux qui viennent après eux et qui continueront leur œuvre.

Au nom de mes Collègues, au nom de tout le personnel des Laboratoires de Botanique de la Sorbonne et de Biologie végétale d'Avon, au nom de tous les élèves du cher disparu, au nom de tous ses amis, je m'associe, Madame, à l'immense douleur qui vous étreint, ainsi que tous les vôtres, et je salue la dépouille du grand savant et de l'homme de cœur qui nous est ravi et que nous pleurons avec vous.

M. Molliard.

INFLUENCE
DE LA NATURE DE L'ALIMENT AZOTÉ
SUR LES ÉCHANGES GAZEUX

par M. Marin MOLLIARD

Dans son étude sur les échanges gazeux qui se produisent entre une plante chlorophyllienne et l'air extérieur, Th. Schlœsing fils (1) a montré qu'on trouve à la fin d'une culture faite en atmosphère confinée, chargée de gaz carbonique, plus d'oxygène qu'il n'en existait au début sous forme d'oxygène libre ou de gaz carbonique ; l'auteur a émis l'hypothèse que cet excès d'oxygène provenait des substances minérales introduites comme aliments dans le substratum et en particulier des azotates. J'ai vérifié expérimentalement cette manière de voir en comparant les échanges gazeux d'une plante verte (Radis) (2) ou d'une Moisissure *(Sterigmatocystis nigra)* (3) cultivée sur des milieux contenant comme aliment azoté soit du chlorure d'ammonium, soit de l'azotate de potassium ; dans les deux cas le dégagement d'oxygène, retrouvé à l'état d'oxygène libre pour la plante verte, à l'état de gaz carbonique pour la plante saprophyte, était beaucoup plus considérable en présence de l'azotate de potassium.

J'ai été conduit d'autre part, en ce qui concerne le *Sterigmatocystis nigra*, à admettre pour les nitrates un mode d'intervention catalytique ; c'est sur ce point que je désire revenir particulièrement

(1) Th. Schlœsing fils : *Sur les échanges d'acide carbonique et d'oxygène entre les plantes et l'atmosphère* : (Ann. Inst. Pasteur, 1893, **7**, p. 28).

(2) M. Molliard : *Sur le dégagement d'oxygène provenant de la réduction des nitrates par les plantes vertes*. (C. R. Ac. Sc., **163**, 1916, p. 371).

(3) M. Molliard : *Action catalytique du nitrate de potassium sur la fermentation alcoolique produite par le* Sterigmatocystis nigra. (C. R. Ac. Sc., 1916, **163**, p. 570).

ici, en envisageant successivement le *Sterigmatocystis nigra* et une Algue verte unicellulaire, le *Stichococcus bacillaris*. J'envisagerai ensuite les variations que subit le quotient respiratoire présenté par le *Stichococcus bacillaris* ou *l'Isaria densa* en présence d'une série d'autres aliments azotés.

1. *Sterigmatocystis nigra*.

Les cultures ont été réalisées sur des solutions ayant la composition suivante :

I	Eau distillée.................... qs.	1000cm3
	Saccharose........................	47gr
	Chlorure d'ammonium..............	2
	Sulfate de magnésium..............	0,400
	Phosphate monopotassique..........	0,945
	Sulfate ferreux.....................	0,047
	Sulfate de zinc.....................	0,047
II	Eau distillée.................... qs	1000cm3
	Saccharose........................	47gr
	Azotate de potassium..............	2
	Sulfate de magnésium..............	0,400
	Phosphate monosodique............	0,945
	Sulfate ferreux.....................	0,047
	Sulfate de zinc.....................	0,047

Un certain volume de ces solutions était introduit dans un flacon de culture semblable à celui qui est représenté par la figure 1 ; il est muni d'un col assez long (25 cm. environ) et vers la partie supérieure duquel se trouve soudé un petit tube recourbé en U qui sert de tube manométrique ; lorsque le liquide a été introduit dans la partie renflée de ce vase on ferme avec de l'ouate l'entrée du col et celle du tube en U et on procède à la stérilisation ; on ensemence le liquide comme à l'ordinaire, puis on ferme le col à la lampe un peu au-dessus de l'insertion du tube en U, on verse enfin dans ce dernier du mercure jusque vers la moitié, de manière à emprisonner l'atmosphère contenue dans l'appareil.

Au cours de chaque culture on se rend compte des modifications de pression qui se produisent dans l'atmosphère confinée en suivant les dénivellations du manomètre correspondant et les compa-

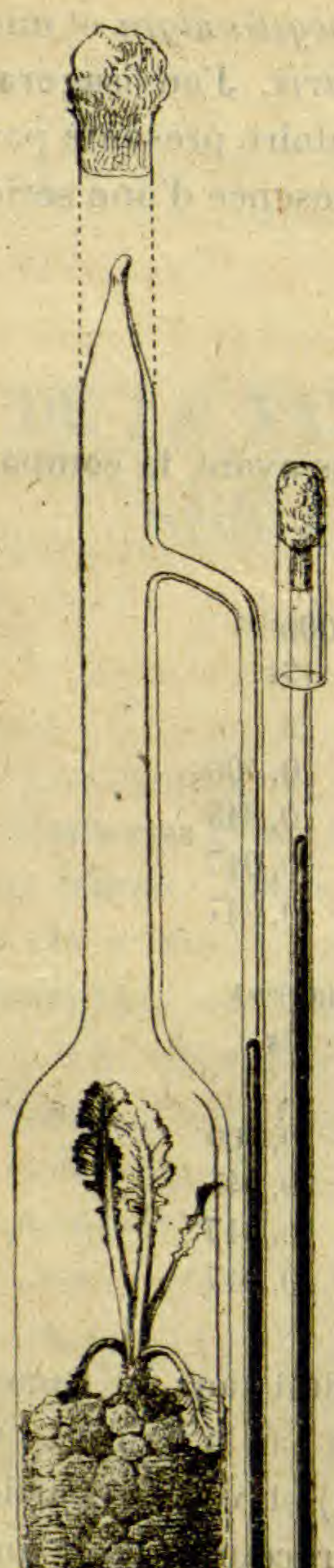


Fig. 1. — Tube utilisé pour les cultures aseptiques en milieu confiné.

rant à celles d'un appareil identique, contenant le même liquide, mais non ensemencé.

Au début d'une culture on note les différences de niveau des deux ménisques mercuriels dans les deux manomètres en question, h_0 et h_0' ; au bout d'un certain temps elles sont devenues respectivement h et h' ; il s'est effectué un changement de pression correspondant à $\delta = h - h_0$ dans le tube de culture, à $\delta' = h' - h_0'$ dans le tube témoin ; la différence $\delta - \delta' = \Delta$ nous fait connaître la valeur du changement de pression provenant du développement de la plante ensemencée. Le vase témoin permet ainsi la correction provenant des changements qui surviennent dans la pression atmosphérique et la température ; mais on note cependant à chaque lecture les valeurs H et T de ces deux données qui sont nécessaires à connaître quand on veut procéder à l'évaluation quantitative des gaz contenus dans le tube de culture.

Considérons des cultures faites, à la température ordinaire, dans des vases d'environ 400 cm^3 de capacité et contenant 100 cm^3 des solutions dont j'ai donné plus haut la formule ; comme à l'ordinaire le développement du *Sterigmatocystis nigra* subit un léger retard en présence de nitrate de potassium, mais déjà au bout de 4 jours la valeur de Δ est sensiblement plus considérable qu'avec le chlorure d'ammonium : $8^{mm},4$ au lieu de $3^{mm},5$; au bout de 12 jours on observe en présence du chlorure d'ammonium une valeur maxima de $6^{mm},4$ alors que pour la culture à nitrate de potassium la pression augmente constamment et d'une manière assez rapide pour qu'au bout de peu de temps, le mercure soit projeté en dehors du tube manométrique ; si on a soin d'éviter que cet accident se produise sponta-

nément on peut procéder à une prise de gaz par l'intermédiaire du tube *manométrique* ; il est facile d'imaginer comment on se débarrasse d'abord de l'atmosphère qui se trouve à la partie supérieure de la branche libre manométrique et comment on peut ensuite ramener à une pression voisine de la pression normale l'atmosphère interne de la culture, en prélevant un certain volume de gaz qui est d'ailleurs utilisé pour une analyse centésimale ; le tube manométrique est garni à nouveau de mercure et on continue les lectures renseignant sur la marche du dégagement gazeux.

On a pu de la sorte calculer que dans une expérience il s'est dégagé un excès de 43 cm³ de gaz carbonique (à 0° et 76 cm) en présence de chlorure d'ammonium et de 141 cm³ avec l'azotate de potassium, soit une différence de 98 cm³ ; il ne reste plus trace, au bout du temps considéré, d'oxygène dans l'atmosphère de la culture, le *Sterigmatocystis nigra* se trouve dans la phase de résistance à l'asphyxie ; il y a donc eu, du fait de la respiration proprement dite et de la respiration intramoléculaire, un dégagement supplémentaire, à l'état de gaz carbonique, de 98 cm³ d'oxygène, soit $98 \times 1.43 = 140$ mg, et cela pour des poids de substance sèche mycélienne très comparables.

Cet oxygène que nous retrouvons dans l'atmosphère provient-il d'une simple réduction du nitrate introduit ? Il suffit, pour répondre à cette question, de voir si la chose est seulement possible ; or il a été introduit dans la culture 200 mg d'azotate de potassium qui contiennent une quantité totale d'oxygène égale à $200 \times \frac{48}{101} = 95$ mg, très sensiblement inférieure à 140 ; donc, même en admettant que le nitrate est entièrement réduit, et cela n'est pas, car le liquide de culture présente encore avec intensité à la fin de l'expérience les réactions des azotates, cette réduction serait incapable d'expliquer le dégagement observé de gaz carbonique.

J'ai montré d'autre part antérieurement qu'il ne se dégage dans l'atmosphère de la culture aucun autre gaz que le gaz carbonique, tel que de l'azote ou du protoxyde d'azote qui proviendraient de la réduction du nitrate ; j'ai répété l'expérience qui consiste à absorber le gaz carbonique au fur et à mesure de sa production et à comparer les changements de pression qui se produisent lorsque tout l'oxygène a été utilisé, à ceux que présente un flacon témoin non

ensemencé. Pour réaliser aisément l'absorption du gaz carbonique j'ai employé des vases de culture à double paroi, semblables à celui qui est représenté par la figure 2 ; le flacon interne est identique à ceux qui ont servi précédemment, avec cette seule différence qu'il présente, vers le haut de la partie renflée, un orifice permettant à son atmosphère de communiquer avec l'espace compris entre les deux vases soudés au niveau de la base du col ; le flacon extérieur est muni d'une tubulure pouvant permettre d'introduire de la lessive de potasse ; le col est muni d'un tube manométrique comme précédemment. Quand le semis a été effectué, on ferme la tubulure et le col à la lampe et on garnit le tube en U de mercure.

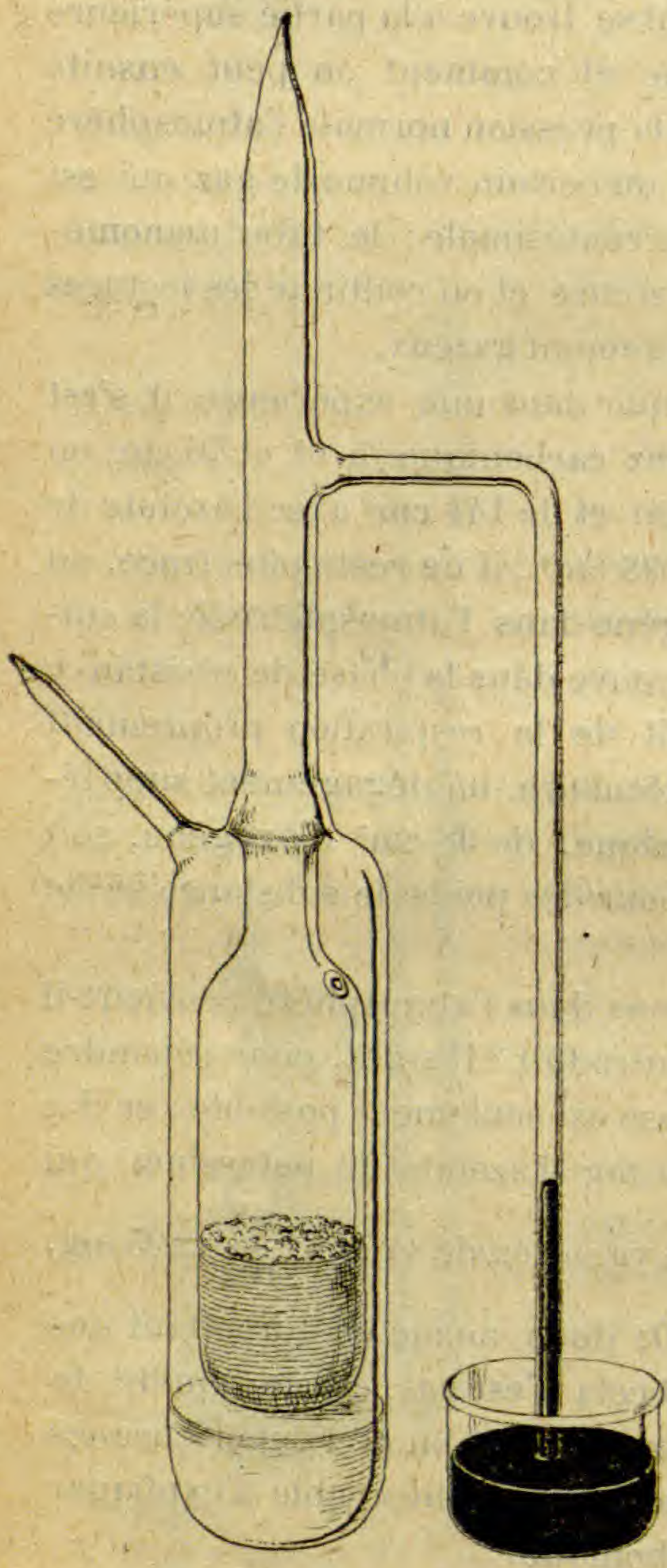


Fig. 2. — Tube de culture où le gaz carbonique dégagé est absorbé par une solution de potasse.

Lorsque tout l'oxygène a été absorbé on constate que la dénivellation produite dans le flacon de culture devient constante ou du moins qu'elle ne subit plus que les oscillations dues aux changements de la pression atmosphérique et de la température présentées par un flacon témoin non ensemencé ; la valeur de Δ concorde de plus exactement avec la disparition de la quantité d'oxygène existant primitivement et le fait indique qu'il n'y a ni dégagement d'un gaz non absorbable par la potasse, ni utilisation de l'azote libre.

Nous devons donc admettre, dans le cas du *Sterigmatocystis nigra*, et pour l'ensemble du gaz carbonique dégagé dans le phéno-

mène respiratoire proprement dit et dans celui de la résistance à l'asphyxie, une intervention catalytique des nitrates ; en est-il de même pour les plantes vertes ? J'ai demandé une réponse à cette question en m'adressant à une Algue verte, le *Stichococcus bacillaris*.

2. *Stichococcus bacillaris*

Des cultures ont été faites dans les mêmes conditions que précédemment, à l'intérieur des mêmes flacons munis d'un tube manométrique ; dans ces vases d'une contenance d'environ 180 cm³, on introduisait 25 cm³ d'une solution ayant la composition suivante :

Eau distillée..................... qs.	1000 cm³
Glucose pur........................	50 g
Sulfate de magnésium..............	0,12
Phosphate monocalcique..	0,12
Chlorure de potassium..............	0,12
Sulfate ferreux....................	0,05

à laquelle il était ajouté, comme source d'azote, l'une des substances suivantes, à une dose telle qu'il était introduit dans chaque culture la même quantité d'azote (4 mg 1), soit pour chaque tube :

1. Chlorure d'ammonium............	16 mg
2. Nitrate de sodium................	25
3. Urate de sodium..................	17
4. Urée.............................	9
5. Asparagine......................	10,5
6. Glycocolle	31
7. Peptone.........................	25

Les semis ont été effectués avec le même nombre de gouttes d'eau distillée stérilisée, dans laquelle on a délayé, après un premier lavage, des Algues développées sur carotte. Les tubes scellés à la lampe ont été ensuite placés au dehors, à une exposition Nord ; à chaque culture correspondait un tube témoin, non ensemencé, contenant 25 cm³ de la solution correspondante. On mesurait les dénivellations manométriques à des intervalles réguliers, vers 5 heures du soir ; cette précaution est nécessaire du fait que, le matin, la température généralement moins élevée détermine une solubilité plus grande des gaz et qu'il s'est constitué pendant la nuit du gaz

carbonique qui peut ne pas avoir été utilisé par l'assimilation chlorophyllienne des premières heures du jour et dont la solubilité est beaucoup plus considérable que celle de l'oxygène ; en fait, les valeurs de Δ, défini comme précédemment, sont sensiblement plus faibles le matin que celles du soir précédent.

Au bout de dix jours l'Algue présente un développement appréciable, mais très variable suivant les milieux : en présence de chlorure d'ammonium l'Algue est d'un jaune verdâtre, avec le nitrate et l'urate de sodium elle est très verte et ces deux substances apparaissent comme provoquant le développement le plus intense ; en présence d'urée l'Algue est encore bien verte, quoique d'un ton un peu moins foncé que pour les deux cultures précédentes ; avec l'asparagine, le glycocolle et la peptone la teinte est d'un vert jaune et la quantité de *Stichococcus* est de moins en moins considérable.

De bonne heure on voit la pression augmenter dans tous les tubes ensemencés ; jamais la dénivellation n'est au début négative ; mais l'augmentation de Δ est très différente d'une culture à l'autre, comme en témoigne le tableau suivant :

Durée (jours)	VALEURS DE Δ (mm de Hg) POUR LES DIFFÉRENTES CULTURES						
	Chlorure d'ammonium	Azotate de sodium	Urate de sodium	Urée	Asparagine	Glycocolle	Peptone
6	2,6	5,8	7,6	3,9	3,3	1,1	0,2
8	6,5	24,3	18,1	10,1	8,3	6,8	6,1
10	6,8	49,3	31,6	26,5	15,8	12,2	9
12	6,4	70,8	48,3	36,4	24,1	19,2	15
14	7,4	88,5	64,9	48,2	37,1	25,8	19,2
16	6	95,6	—	—	—	—	—
17	—	—	88,7	—	—	—	—
18	—	—	—	55,8	59,9	—	—
19	—	—	—	—	—	38,7	20,5

On a mis fin aux cultures du 16ᵉ au 19ᵉ jour ; on effectuait une prise de l'atmosphère interne des tubes correspondants et on procédait à son analyse ; la composition centésimale de cette atmosphère était la suivante :

	Chlorure d'ammonium	Nitrate de sodium	Urate de sodium	Urée	Asparagine	Glycocolle	Peptone
Gaz carbonique.	0,41	4,68	5,44	3,17	3,36	0,40	1,23
Oxygène.	19,85	24,41	22,95	21,82	22,77	22,84	21,27
Azote.	79,74	70,90	71,59	75	73,86	76,75	77,48

En tenant compte du volume du tube de culture, de celui de la solution, des dénivellations initiale et finale h_0 et h, ainsi que de la pression atmosphérique et de la température réalisées au début et à la fin de l'expérience, de la solubilité du gaz carbonique supposée égale à 1, on trouve qu'il existait dans les différents tubes de culture, par rapport à l'atmosphère initiale, un excès d'oxygène correspondant aux nombres portés dans le tableau suivant, en comprenant l'oxygène contenu dans le gaz carbonique :

Excès d'oxygène	Chlorure d'ammonium	Nitrate de sodium	Urate de sodium	Urée	Asparagine	Glycocolle	Peptone
Volume (cm^3)	0,75	18,9	18,5	10,5	12,7	6,2	5
Poids (mg)	1,1	27	26,5	15	18,2	8,9	7,2

En présence de chlorure d'ammonium l'atmosphère se trouve très peu modifiée ; c'est avec l'azotate et l'urate de sodium que le dégagement d'oxygène est de beaucoup le plus considérable, ce qui correspond d'ailleurs au développement le plus intense ; ce sont là des résultats tout à fait comparables à ceux que j'ai obtenus pour le Radis vis-à-vis duquel l'urate de sodium constitue un aliment aussi efficace que les nitrates.

Il était intéressant de comparer les quantités d'oxygène dégagé dans chaque culture avec celle qui se trouve contenue dans le poids de substance qui a fourni l'azote aux cellules de *Stichococcus ;* j'ai procédé, en vue de cette détermination à l'analyse de l'azote total contenu dans les Algues ; à cet effet, après avoir effectué la prise de gaz, l'Algue était centrifugée une première fois, puis lavée à l'eau distillée ; après une nouvelle centrifugation on procédait à l'analyse de l'azote par la méthode de Kjeldahl ; dans le tableau suivant

j'ai porté les poids d'azote ainsi obtenus, ainsi que les poids d'oxygène contenus dans les poids des diverses matières azotées correspondant à l'azote retrouvé dans l'Algue :

	Chlorure d'ammonium	Nitrate de sodium	Urate de sodium	Urée	Asparagine	Glycocolle	Peptone
Azote contenu dans l'algue (mg)	1,3	2,7	3,1	3,5	2,6	1,7	0,6
Oxygène correspondant (mg)	0	9,2	2,6	2	4,4	2,9	0,6

Les nombres obtenus pour les poids d'oxygène correspondant à l'azote assimilé sont, on le voit, toujours très inférieurs aux poids d'oxygène supplémentaire qu'on retrouve dans l'atmosphère ; il ne s'agit donc pas d'une simple réduction de la matière azotée utilisée. Mais nous pouvons supposer que toute la substance azotée introduite a été entièrement réduite, que tout l'azote passe ou non dans l'Algue ; or les poids d'oxygène correspondant aux quantités de matières azotées introduites sont représentés par les nombres ci-dessous (mg) :

Chlorure d'ammonium	Nitrate de sodium	Urate de sodium	Urée	Asparagine	Glycocolle	Peptone
0	14,1	3,5	2,4	7,1	9,3	5

Nous trouvons encore, sauf pour le glycocolle, des nombres nettement inférieurs aux poids d'oxygène qui s'est dégagé dans l'atmosphère ; pour le nitrate de sodium il s'est dégagé 2 fois plus et pour l'urate de sodium 7 fois plus d'oxygène qu'il n'en est contenu dans le poids de substance azotée introduite dans la culture. Ces résultats se trouveraient peu modifiés si, au lieu de considérer l'oxygène dégagé dans une culture, on considérait la différence entre cet oxygène et celui qui apparaît en excès dans l'atmosphère de la culture témoin à base de chlorure d'ammonium.

Il ne peut donc être encore ici question d'une simple réduction

des substances azotées servant d'aliment, mais il faut admettre de leur part une action catalytique, favorisant le dégagement de gaz carbonique aux dépens du glucose ; nous nous trouvons pour les nitrates et les urates en particulier en présence d'un rôle de tout point comparable à celui qui est actuellement bien connu pour les phosphates dans la fermentation alcoolique.

Cette conclusion doit évidemment être valable pour les plantes vertes supérieures et s'appliquer dans le cas du Radis pour lequel j'ai mis en évidence une accumulation semblable d'oxygène dans les tubes de culture en présence d'un nitrate ; depuis mes premières expériences sur cette plante j'ai pu d'ailleurs me rendre compte que cette action des azotates, démontrée pour la respiration aérobie, se fait également sentir dans la respiration intramoléculaire ; il suffit, pour s'en rendre compte, lorsqu'une plante s'est suffisamment développée aux alternatives de jour et de nuit, de la placer à l'obscurité constante ; la courbe des valeurs présentées par Δ s'abaisse pendant quelques jours, par suite de la production de gaz carbonique particulièrement soluble, puis se relève régulièrement pendant toute une période correspondant à la fermentation propre de la plante ; on obtient ainsi une nouvelle augmentation de pression beaucoup plus considérable pour une plante développée en présence d'un nitrate que sur une solution à base de chlorure d'ammonium. Les plantes ainsi traitées perdent en partie au bout d'un certain temps leur turgescence, mais elles se conservent ensuite indéfiniment dans l'atmosphère dépourvue d'oxygène, même lorsqu'on les replace à la lumière ; nous avons ainsi un procédé permettant de réaliser la fermentation propre d'une plante supérieure dans des conditions de parfaite aseptie.

Cette résistance à l'asphyxie arrive également à se produire dans les cultures soumises aux alternatives de jour et de nuit ; lorsque la plante vieillit les feuilles jaunissent et le gaz carbonique n'est plus repris entièrement par l'assimilation chlorophyllienne ; l'oxygène vient à faire défaut comme s'il s'agissait d'une plante hétérotrophe ; on voit cependant à partir de ce moment la valeur de Δ augmenter encore pendant un certain temps.

3. *Isaria densa*

Comme pour les plantes précédentes j'ai tout d'abord considéré d'une manière comparée des cultures faites en présence de chlorure d'ammonium ou de nitrate de potassium ; j'ai employé les mêmes tubes de culture d'une contenance moyenne de 180 cm³ dans lesquels il était introduit 25 cm³ du liquide nutritif ; la composition de ce dernier était la même que celle du milieu qui m'a servi pour le *Sterigmatocystis nigra ;* il y était adjoint 2 °/₀ de saccharose et soit 0,1 °/₀ de chlorure d'ammonium soit 0,2 °/₀ de nitrate de potassium ; il existait donc dans chaque culture 25 mg de chlorure d'ammonium ou 50 mg de nitrate de potassium.

Mais l'*Isaria densa* se développe mal sur les milieux liquides et j'ai été amené à incorporer aux milieux employés 1,5 °/₀ de gélose ; dans des essais préliminaires j'ai pu me rendre compte que la gélose ne constitue à aucun titre un aliment pour le champignon étudié. L'*Isaria* se développe bien en présence de chlorure d'ammonium et de nitrate de potassium, mais les indications manométriques sont encore très différentes dans les deux cas, bien que correspondant toujours à une augmentation de la pression interne ; je transcris ci-dessous quelques-unes des valeurs (mm de mercure) qu'on obtient pour Δ défini comme précédemment :

Durée (jours)	Chlorure d'ammonium	Nitrate de potassium
10	4,9	19,4
15	14,8	66,4
20	31,8	110,3
25	38,2	121,9
30	42,9	133,4
50	44,5	139,9

Au bout de 50 jours les indications demeurent constantes ; on voit qu'il s'est dégagé en présence du nitrate de potassium beaucoup plus de gaz qu'en présence de chlorure d'ammonium ; si on fait d'autre part une prise de l'atmosphère interne et qu'on procède à l'analyse centésimale on constate que sa composition est exactement celle que l'on obtient par le calcul, en faisant appel aux changements de pression observés et en supposant que la quantité d'azote

reste constante et qu'il ne s'est dégagé aucun autre gaz que le gaz carbonique.

Si H désigne la pression atmosphérique au moment de la prise de l'atmosphère du flacon, si on suppose que l'azote représentait au début les $\frac{4}{5}$ de l'air, on a pour valeurs approchées des volumes de gaz carbonique et d'azote à la fin de la culture, pour 100 parties de l'atmosphère finale, les expressions :

$$\frac{20\,H + 100\,\Delta}{H + \Delta} \text{ et } \frac{80\,H}{H + \Delta}$$

En tenant compte de la composition exacte de l'air normal et des différences existant entre la pression initiale de l'atmosphère du flacon et de celle de l'air, on arrive, pour la culture à base de nitrate de potassium, à la concordance suivante :

	Analyse eudiométrique	Composition calculée
Gaz carbonique.	31,19	31,28
Oxygène.	0	0
Azote.	68,81	68,72

Il n'y a donc pas eu échange d'azote ni d'aucun autre gaz inerte ; j'ai vérifié d'ailleurs le fait en effectuant des cultures dans les tubes à double paroi précédemment décrits ; par absorption du gaz carbonique produit on arrive à une pression constante, correspondant à celle de l'azote initial. D'autre part, on ne trouve pas trace dans le liquide à nitrate de potassium de nitrite, et la réaction à la diphénylamine est encore très intense ; il reste donc une quantité importante de nitrate non utilisé.

Si on supposait que l'oxygène du gaz carbonique en excès, correspondant à une pression supplémentaire de $139,9 - 44,5 = 95,^{mm}4$ de mercure, provenait de l'oxygène du nitrate, il faudrait que les 50 mg de nitrate de potassium introduits continssent une quantité d'oxygène au moins égale à celle qui s'est dégagée ; or 50 mg de nitrate de potassium contiennent $50\ \frac{48}{101} = 23$ mg, 9 d'oxygène et celui qui s'est dégagé sous forme de gaz carbonique est représenté, sans correction de pression ou de température, par

$95,4 \frac{180}{760} = 22$ cm^3,6, 180 représentant le volume du tube de culture ; ce volume correspond à $22,6 \times 1,43 = 32$ mg d'oxygène, quantité très sensiblement supérieure à celle que contient tout le nitrate introduit, et nous venons de constater que celui-ci est loin d'être entièrement utilisé.

Il ne faut donc pas voir dans le dégagement supplémentaire de gaz carbonique une réaction impliquant une proportionnalité entre la substance formée et l'oxygène que contient la matière active ; nous devons encore admettre ici un phénomène de catalyse, comme nous avons été amenés à le faire dans les cas antérieurement envisagés du *Sterigmatocystis nigra* et du *Stichococcus bacillaris*.

Bien qu'il s'agisse ici à la fois du phénomène respiratoire proprement dit et de celui de la résistance à l'asphyxie, nous pouvons parler ici du quotient respiratoire correspondant au moment où Δ prend une valeur maxima constante. On peut l'évaluer très simplement, avec une approximation suffisante, à l'aide des indications manométriques fournies par les tubes de culture. Il suffit de connaître les valeurs de h, de la pression atmosphérique H et de la température T au début et à la fin de la culture, ainsi que le volume V du tube de culture scellé, qu'on obtient par jaugeage, de ne pas tenir compte de la solubilité de l'azote et de l'oxygène, et de faire égal à 1 le coefficient de solubilité du gaz carbonique, c'est-à-dire de considérer qu'il occupe le volume V, alors que les autres n'occupent que le volume $V- v$, v étant le volume occupé par le liquide de culture. On a pour expression du quotient respiratoire R ;

$$R = \frac{V}{V - v} \frac{H + 5 \Delta}{H}$$

en supposant encore que la pression atmosphérique et la température sont les mêmes au début et à la fin de l'expérience. On obtient ainsi les valeurs de 1,5 pour la culture à chlorure d'ammonium et de 2,3 pour la culture à nitrate de potassium.

Ces faits acquis, j'ai établi une autre série de cultures en variant le taux et la nature de la substance azotée servant d'aliment, profitant du fait que l'*Isaria densa* utilise un grand nombre de matières organiques azotées. Je relaterai les résultats obtenus avec les matières suivantes, offertes, pour chaque culture, aux doses indiquées entre parenthèses :

Chlorure d'ammonium (25 mg);
Nitrate de potassium (50, 125, 250 et 500 mg);
Glycocolle, leucine, asparagine, urée (250 mg);
Albumine (1 g. 5);
Gélatine (2 g. 5).

Dans les milieux à base de chlorure d'ammonium et d'azotate de potassium il était introduit en outre des sels minéraux et 1 gr. de saccharose par culture; avec les autres substances azotées, qui sont en même temps carbonées, j'ai procédé pour certaines cultures à cette addition de saccharose; pour certaines autres, je n'ai ajouté aucune matière ternaire. Enfin tous les milieux, sauf ceux qui se rapportent à l'ovalbumine et à la gélatine, étaient gélosés; la chose n'était pas nécessaire pour le blanc d'œuf et la gélatine qui forment un support solide au Champignon.

L'ovalbumine employée était celle du commerce qui était dissoute dans l'eau distillée, filtrée, puis coagulée par la chaleur, lavée enfin à plusieurs eaux bouillantes; après avoir été introduite dans les tubes de culture on lui incorporait la solution contenant les sels minéraux et dans certains cas du saccharose.

Cinq jours après l'ensemencement on constate que le développement est le plus intense dans les milieux à base de nitrate de potassium et d'albumine; c'est ensuite sur la gélatine, l'asparagine et la leucine (avec ou sans saccharose) que le champignon se développe le plus abondamment; la croissance est encore notable sur les milieux à base de chlorure d'ammonium et de glycocolle avec saccharose, mais elle devient très faible en présence du glycocolle seul; avec l'urée on n'obtient absolument aucun développement; cette substance se comporte nettement comme toxique et il est vraisemblable que le fait s'explique simplement par la forte alcalinité que l'urée communique au milieu, à la dose élevée qui était fournie; il y aurait lieu d'abaisser celle-ci ou d'utiliser des combinaisons salines.

Le simple examen des cultures montre donc que l'asparagine, la leucine et, à un moindre degré, le glycocolle se comportent vis-à-vis de l'*Isaria densa* comme une source à la fois de carbone et d'azote, comme le fait l'asparagine vis-à-vis des levures, d'après les recherches de Beijerinck (1). Il en est de même des matières pro-

(1) Beijerinck : Centralbl f. Bakteriol, 1892, xi, p. 68.

téiques, et en ce qui concerne l'albumine il n'est même pas nécessaire, ainsi que je l'ai montré précédemment (1), d'introduire des sels minéraux pour obtenir un beau développement ; la substance se trouve contenir tous les éléments nécessaires à la croissance du champignon.

Les indications manométriques sont très variables avec les substances employées et, pour chaque substance, suivant qu'elle est ou non accompagnée de sucre ; pour les cultures à base de chlorure d'ammonium nous retrouvons une courbe des Δ semblable à celle qui nous a occupés précédemment. Avec différentes doses de nitrate de potassium on observe pour Δ, au bout de 2 mois, les valeurs suivantes :

Dose	Δ
50 mg	+ 150mm6
125	+ 270
250	+ 205,9
500	+ 177,6

On voit que les augmentations de pression varient d'abord dans le même sens que les quantités de nitrate introduit et qu'elles diminuent ensuite, l'optimum étant réalisé pour une concentration d'environ 0,5 °/₀.

Pour les autres substances nous nous contenterons de donner la valeur maxima de Δ (mm de mercure), en notant le temps au bout duquel elle se trouve réalisée :

Substance azotée.	O saccharose		Saccharose	
	Jours	Δ	Jours	Δ
Glycocolle.	26	— 71,9	62	+ 49,2
Leucine.	35	— 69,4	68	+ 20
Asparagine.	22	— 71,3	62	+ 11,7
Ovalbumine.	24	— 84,4	14	— 45
Gélatine.	24	— 55	13	— 15

Les valeurs maxima (d'une manière absolue) de Δ se trouvent toujours plus faibles en présence de saccharose et le fait s'explique

(1) M. Molliard : *L'ovalbumine constitue un aliment complet pour l'*Isaria densa. (C. R. Ac. Sc., 1919, **168**, p. 523).

de toute évidence par l'existence d'oxydations portant alors à la fois sur cette substance et sur la matière azotée ; on est conduit à l'étude d'un quotient respiratoire mixte.

De plus, lorsque ces valeurs maxima sont réalisées, elles restent constantes en l'absence de sucre ; la courbe des Δ ne se relève pas ; la pression peut au contraire augmenter lorsqu'il a été ajouté du sucre ; on observe par exemple pour Δ, au bout de 40 jours, dans le cas de la gélatine une valeur de — 6,6, dans celui de l'albumine celle de — 38,8 ; c'est qu'ici il se superpose aux échanges respiratoires proprement dits, aérobies, une respiration intramoléculaire portant sur le sucre.

Si nous ne tenons compte que des valeurs maxima de Δ, les quotients respiratoires pour les différentes substances, calculés comme précédemment, sont donnés par les nombres suivants :

Substance azotée	O saccharose	Saccharose
Glycocolle.	0,61	1,38
Leucine.	0,63	1,31
Asparagine.	0,62	1,25
Ovalbumine.	0,51	0,83
Gélatine.	0,74	1,04

L'augmentation du quotient respiratoire en présence de sucre correspond d'ailleurs à une transformation moins profonde de la substance azotée ; la chose est particulièrement facile à mettre en évidence pour l'albumine et la gélatine ; on constate déjà que ces deux substances sont plus fortement et plus rapidement liquéfiées en l'absence de sucre ; évaluons d'autre part, par la méthode de Sörensen, la quantité d'azote aminé formé dans une culture arrivée au terme de son développement en tubes fermés ; on obtient les valeurs ci-dessous :

	O saccharose	Saccharose
Albumine.	12mg,5	3,6
Gélatine.	30,2	3,1

Ces résultats m'ont amené à étudier de plus près certaines des substances résultant de la transformation de l'albumine et de la gélatine par l'*Isaria densa,* en l'absence de toute substance ternaire. De nouvelles cultures ont été réalisées à l'air libre, dans des fioles contenant 50 cm³ d'un liquide nutritif constitué par les mêmes substances minérales que précédemment et 6 gr soit d'albumine de l'œuf soit de gélatine.

Le tableau suivant montre la marche de ces cultures en ce qui concerne le poids de mycélium obtenu desséché, la quantité d'ammoniaque produite ainsi que celle de l'acide oxalique.

Durée (jours)	ALBUMINE				GÉLATINE			
	Poids du mycélium	Ammo-niaque	Acide oxalique	Ac. oxal. / Az H³	Poids du mycélium	Ammo-niaque	Acide oxalique	Ac. oxal. / Az H³
0	—	9	0	0	—	0	0	—
19	—	35,4	124	3,5	63	18,9	0	0,4
24	351	73,5	200	2,7	242	56,1	20	0,8
34	657	196,5	448	2,3	258	108,9	92	2,1
43	693	272	660	2,4	481	221	456	2,7
72	875	374	1016	2,7	914	357	960	2,6
89	—	347	960	2,8	815	445	1160	2,6

Au bout de 89 jours l'albumine et la gélatine sont entièrement liquéfiées et le liquide présente une couleur jaune assez accentuée.

On voit que l'acide oxalique formé est, vers la fin de l'expérience, vis-à-vis de l'ammoniaque, dans un rapport qui est celui qui correspond à l'oxalate d'ammonium $\frac{90}{34} = 2{,}64$; c'est ce sel qui se trouve dans le liquide, qu'on peut en extraire en le précipitant par l'alcool, et dont la formation s'explique par la production d'ammoniaque provenant de la transformation de la substance protéique et la constitution d'acide oxalique de neutralisation ; la faible valeur du quotient respiratoire correspondant aux deux substances envisagées s'explique en partie par la fixation d'oxygène nécessaire à la formation de cet acide oxalique. J'ai obtenu des résultats tout à fait comparables avec la sérumalbumine et la caséine.

La méthode manométrique que nous avons employée au cours de ces recherches est évidemment applicable au cas des matières ternaires et j'indiquerai seulement en passant les résultats qu'elle m'a fournis dans le cas de l'huile employée comme aliment carboné. A 20 cm^3 de la solution minérale précédemment employée étaient ajoutés 5 cm^3 d'huile d'œillette, 20 mg de saponine, 25 mg de chlorure d'ammonium et de la gélose ; le liquide bien agité avant et après la stérilisation se prend par refroidissement en une émulsion bien homogène.

24 jours après l'ensemencement on obtient pour Δ la valeur négative considérable de — 126,^{mm}2 de mercure, qui reste d'ailleurs constante à partir de ce temps et correspond à l'utilisation de tout l'oxygène de l'atmosphère de la culture ; elle se traduit par un quotient respiratoire particulièrement faible, égal à 0,28, qui s'explique par l'oxydation de la matière grasse et surtout par sa transformation en substances sucrées.

En résumé, les résultats que j'ai rapportés dans des Notes antérieures, joints à ceux que je viens de signaler, nous amènent aux principales conclusions suivantes :

1° Les nitrates, et parmi d'autres substances azotées l'urate de sodium, augmentent le quotient respiratoire des plantes autotrophes et hétérotrophes, ainsi que l'intensité de la respiration intramoléculaire.

2° Cette action est de nature catalytique.

3° L'asparagine, la leucine et le glycocolle constituent pour l'*Isaria densa* un aliment organique complet.

4° L'albumine de l'œuf se comporte comme un aliment organique et minéral complet pour l'*Isaria densa* et elle est, ainsi que diverses autres substances protéiques, plus profondément attaquée en l'absence qu'en présence de sucre.

5° Le quotient respiratoire est plus élevé pour les substances à la fois carbonées et azotées en présence qu'en l'absence de sucre.

CONTRIBUTION
A L'ETUDE DE LA RÉPARTITION DU FER DANS LES PLANTES [1]

par MM. Lucien et Désiré LEROUX

Nous nous sommes proposé d'étudier la répartition du fer chez les plantes.

Vu l'importance physiologique de cet élément, il ne peut qu'être utile d'augmenter les connaissances à son sujet.

Nous avons été conduits à déterminer en même temps que le fer, la chaux et la magnésie, et nous ferons figurer dans ce qui va suivre les résultats des dosages portant sur les trois substances.

*
* *

Les plantes étudiées ont été récoltées aux environs de Paris (Croissy, Le Vésinet) et dans le Vexin (Dangu, Boury, Courcelles).

La plupart se sont développées sur des terrains vierges ou n'ayant pas reçu d'engrais depuis plusieurs années.

Le lieu et la date de la récolte ont été notés pour chaque plante ; ces indications pourront servir à des comparaisons d'autres résultats avec les nôtres.

Récoltées d'août à octobre (2), toutes les plantes avaient atteint

(1) Ce travail était terminé déjà depuis longtemps quand nous avons eu connaissance du mémoire de MM. Maquenne et Cerighelli paru dans le bulletin de la Société chimique du 20 octobre 1921.

(2) Sauf pour l'Arum, le Lilas et le Marronnier.

leur complet développement. Celles qui présentaient des caractères pathologiques ont été rejetées.

Aussitôt la récolte faite, les organes ont été séparés avec le plus grand soin et brossés avec un pinceau dur, lorsqu'ils étaient souillés par de la terre ou de la poussière. Ils ont été desséchés à l'air libre, puis incinérés. L'incinération a été commencée dans un têt à rôtir ou dans un fourneau en terre, lorsqu'il s'agissait de très grosses quantités de matière (bois, tubercules, etc.), puis terminée en capsule de platine, de quartz ou de porcelaine. Les autres organes (fleurs, pétioles, etc.) ont été incinérés dans ces derniers récipients.

Toutes les cendres ont été obtenues à une température qui n'a jamais dépassé le rouge sombre. Il va sans dire qu'elles n'étaient pas toujours blanches et contenaient parfois de petites quantités de charbon ; nous nous sommes assurés que ces quantités étaient au plus de l'ordre de 0,5 à 1 °/₀ du poids des cendres ; et que, par suite, l'erreur provenant de leur présence n'avait pas d'influence appréciable sur les résultats.

Aussitôt pesées, les cendres sont, en totalité ou en partie, attaquées par l'acide chlorhydrique étendu, à l'ébullition, pendant quelques minutes. Après filtration et lavages répétés de l'insoluble, la liqueur filtrée étendue à 200 cc. est, après mélange, soumise aux opérations suivantes :

100 cc. sont concentrés et utilisés pour le dosage du fer suivant le procédé de Margueritte (réduction par le zinc et l'acide sulfurique et titrage par le permanganate) ; ce procédé nous a paru convenir très bien, même pour le dosage de petites quantités de fer (1).

Les dosages de la chaux et de la magnésie sont effectués sur les 100 cc. restant.

Dosage de la chaux par le procédé ordinaire : précipitation à froid par l'oxalate d'ammoniaque en milieu acétique, après séparation préalable du phosphate de fer. L'oxalate de calcium est calciné et transformé soit en CaO, soit en $Co^3 Ca$.

La magnésie est précipitée de la liqueur provenant de la filtration de l'oxalate de calcium, par la mixture : phosphate d'ammoniaque, chlorhydrate d'ammoniaque, et ammoniaque. En observant

(1) A condition toutefois que la quantité mise en œuvre pour le dosage ne soit pas inférieure à 1 milligramme.

les précautions habituelles, le phosphate ammoniaco-magnésien est recueilli et transformé par calcination en $P^2O^7Mg^2$.

Nous divisons les plantes étudiées en deux groupes : les plantes herbacées et les plantes arborescentes.

I. — Plantes herbacées

Famille des Aroïdées.

ARUM MACULATUM (quelques jours avant la floraison)

Forêt de Saint-Germain-en-Laye (Seine-et-Oise)

21 Avril 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR (1)		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Tiges	0,20	6,46	2,38	0,032	1,05	0,388
Pédoncules des fleurs	0,78	11,31	3,63			
(L'échantillon des feuilles a été égaré)						
Fleurs	0,15	10,96	5,16	0,025	1,82	0,860

Famillle des Iridées.

IRIS DES MARAIS. — *Iris pseudacorus*

Sur les bords du rû Héricourt, Boury (Oise)

13 Août 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Rhizôme	2,04	22,65	2,10	0,249	2,77	0,257
Feuilles (2)	0,28	28,50	2,93	0,033	3,42	0,351
Tiges supportant les fruits	0,22	17,15	»	0,020	1,57	
Pédoncules des fruits	0,68	17,12	3,38	—	—	—
Fruits	0,12	11,53	2,69	0,005	0,56	0,131

(1) Les nombres soulignés représentent des résultats rapportés à 100 de matière fraîche.

(2) Le terme « feuilles » désigne ici et dans toute la suite les limbes sans les pétioles.

Famille des Cannabinées.

HOUBLON. — *Humulus Lupulus*
Le long d'un vieux mur, Dangu (Eure)
Sol siliceux, assez calcaire (1)

13 Août 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Rameaux (2)	0,51	21,10	4,08	0,045	1,87	0,363
Pétioles	0,14	19,84	1,09	0,032	4,60	0,252
Feuilles	0,14	30,45	4,23	0,030	6,69	0,93

Famille des Labiées.

THYM. — *Thymus vulgaris*
Marché de Paris

22 Août 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	Cao	MgO
Racines	1,96	12,50	4,52	0,127	0,81	0,293
Tiges et Feuilles	1,46	19,65	3,12	0,113	1,53	0,243

Famille des Solanées.

POMME DE TERRE. — *Solanum tuberosum*
Dans un potager, Le Vésinet (Seine-et-Oise)
Sol siliceux, un peu calcaire

31 juillet 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Tubercules	0,26	3,19	3,73	0,005	0,07	0,082
Radicelles	0,71	21,19	5,49	0,064	1,92	0,499
Tiges et Rameaux	0,02	24,54	6,84	0,001	1,42	0,396
Feuilles	0,70	19,25	2,23	0,097	2,67	0,309

(1) La qualité des sols est appréciée d'après la classification de MM. Lagatu et Sicard.

(2) Dans la suite de ce travail, par branches ou rameaux nous entendons les pousses ligneuses ou les pousses de bois dépourvues des organes actifs (feuilles, fleurs, etc...).

TOMATE. — *Solanum lycopersicum*

Dans un potager, Le Vésinet (Seine-et-Oise)

Sol siliceux, un peu calcaire

7 Septembre 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Racine	0,60	17,80	3,07	0,068	2,02	0,349
Tige	0,15	19,33	4,71	0,017	2,20	0,536
Feuilles	0,36	33,27	1,63	0,097	9,04	0,443
Fruits	0,44	3,73	2,78	0,002	0,02	0,015

Famille des Convolvulacées.

LISERON DES HAIES. — *Convolvulus sepium*

Le long d'un vieux mur, Dangu (Eure)

13 Août 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Tiges (ou lianes)	0,17	20,27	2,98	0,013	1,66	0,244
Feuilles	0,21	23,38	2,74	0,024	2,73	0,320
Fleurs (ou clochettes)	1,17	8,55	4,00	0,014	0,10	0,048

Famille des Composées.

BARDANE. — *Lappa major*

Sur le bord d'un chemin, Dangu (Eure)

12 Août 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Racine	0,89	14,26	2,46	0,069	1,11	0,191
Tige	0,41	18,91	4,38	0,013	0,62	0,144
Rameaux	0,32	30,26	4,58	0,015	1,48	0,224
Pétioles	0,39	25,00	2,17	0,078	5,05	0,438
Feuilles	0,60	27,53	2,68	0,202	9,30	0,905
Capitules	0,47	28,32	4,58	—	—	—

CHARDON DES CHAMPS. — *Serratula arvensis*

Dans un terrain inculte, Le Vésinet (Seine-et-Oise)
Sol siliceux, un peu calcaire
4 Août 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Racines	0,32	11,55	8,07	0,023	0,83	0,581
Tiges	0,08	25,05	6,71	0,005	1,62	0,436
Capitules	0,34	—	2,62	0,048	—	—
Feuilles (vivantes)	0,26	37,34	4,32	0,040	5,78	0,669
Feuilles (mortes)	0,48	32,43	2,00	0,086	5,86	0,362
Fleurs	0,36	15,11	4,34	0,006	0,28	0,082

CHARDON-MARIE. — *Silybum marianum*

Au milieu d'un champ de pommes de terre, Le Vésinet (S.-et-O.)
Sol siliceux, un peu calcaire
31 Juillet 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Racines	0,79	15,92	2,64	0,075	1,51	0,250
Tiges	0,48	19,12	2,26	0,024	0,97	0,115
Feuilles	0,26	39,44	2,39	0,051	7,76	0,470
Capitules	—	15,32	3,03	—	0,58	0,115
Fleurs	—	22,30	4,43	—	0,69	0,137

DAHLIA. — *Dahlia variabilis*

Dans un jardin, Le Vésinet (Seine-et-Oise)
Sol siliceux, un peu calcaire
4 Octobre 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE FRAÎCHE		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Racines	1,33	6,87	1,17	0,162	0,83	0,140
Tubercules	0,42	12,10	2,31	0,005	0,15	0,030
Tige (partie souterraine)	0,48	12,44	1,63	0,009	0,24	0,032
Tige	0,15	11,61	0,87	0,002	1,32	0,012
Rameaux	0,24	8,40	1,27	0,005	0,18	0,027
Pétioles	0,36	9,93	1,37	0,007	0,21	0,030
Feuilles	0,84	25,47	5,05	0,016	0,50	0,101
Bouquet (constitué par des amas de petites feuilles)	0,59	13,32	3,21	0,010	0,22	0,054
Boutons floraux	1,50	16,59	2,66	0,043	0,48	0,077
Fleurs	0,77	8,43	2,95	0,012	0,13	0,047

Familles des Dipsacées.

CARDÈRE. — *Dipsacus Fullonum*

Dans une prairie, près du rû Héricourt, route de Boury (Oise)

12 Août 1919

	Pour 100 de cendres			Pour 100 de matière séchée a l'air		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Racines	0,85	10,76	2,63	0,028	0,35	0,086
Tiges	0,25	15,00	4,49	0,009	0,55	0,166
Rameaux	0,36	11,00	3,44	0,014	0,62	0,196
Feuilles	0,30	26,63	7,18	0,026	2,34	0,631
Capitules (et fleurs)	0,15	10,83	7,64	0,005	0,40	0,282

Famille des Rosacées.

FRAISIER. — *Fragaria Vesca*

Sol inculte, parmi les ronces, Le Vésinet (Seine-et-Oise)

Sol siliceux, un peu calcaire

28 Août 1919

	Pour 100 de cendres			Pour 100 de matière séchée a l'air		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Racines	1,22	18,83	1,77	0,170	2,63	0,247
Tiges	1,21	20,08	4,05	0,112	1,86	0,376
Feuilles	1,52	18,83	3,20	0,270	3,26	0,569

Famille des Légumineuses.

GENÊT A BALAI. — *Sarothamnus scoparius*

Champ inculte, près d'une forêt, Dangu (Eure)

Sol siliceux, très peu calcaire

11 Août 1919

	Pour 100 de cendres			Pour 100 de matière séchée a l'air		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Tiges	0,63	18,18	13,87	0,005	0,17	0,130
Rameaux	0,54	16,33	13,69	0,007	0,22	0,187
Feuilles (parties vertes)	0,58	27,12	8,98	0,014	0,69	0,231

LUZERNE. — *Medicago sativa*

Champ bordant une route, Courcelles-les-Gisors (Oise)

14 Août 1919

	POUR 100 DE CENDRES		
	Fe	CaO	MgO
Tiges	0,37	36,26	5,62
Autres parties (feuilles et fleurs	0,22	43,85	3,80

Famille des Crucifères.

CHOU CULTIVÉ. — *Brassica oleracea*

Dans un potager, Le Vésinet (Seine-et-Oise)

Sol siliceux, un peu calcaire

31 Août 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE FRAÎCHE		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Racine	0,81	13,38	1,84	0,054	0,90	0,124
Tige	0,43	11,82	3,74	0,008	0,23	0,073
Feuilles jaunes (constituant le cœur	0,32	11,49	3,17	0,003	0,11	0,032
Feuilles vertes	0,27	32,96	2,16	0,007	0,97	0,063

Famille des Papavéracées.

PAVOT. — *Papaver nigrum*

Dans un jardin, Le Vésinet (Seine-et-Oise)

Sol siliceux, un peu calcaire

20 Août 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Racines	0,74	10,83	2,70	0,093	1,36	0,340
Tige et Rameaux	0,25	17,34	3,77	0,038	2,67	0,580
Feuilles	0,46	30,80	5,05	0,092	6,16	1,010
Boutons floraux	1,16	16,36	7,20	—	—	—
Fleurs	2,13	9,33	6,00	0,234	1,02	0,660

COQUELICOT. — *Papaver Rhœas*

Dans une prairie, Dangu (Eure)

13 Août 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Tiges et Feuilles	0,46	24,59	3,83	0,048	2,58	0,402
Fleurs	1,15	7,69	4,94	0,020	0,13	0,088

MOUSSE

Au pied d'un bouleau, Bois du château de Dangu (Eure)

Sol siliceux, très peu calcaire

13 Août 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Plante entière	1,23	2,84	0,76	0,240	0,57	0,154

II. — Plantes arborescentes

Famille des Conifères.

PIN. — *Pinus sylvestris*

Près d'un chemin, Le Vésinet (Seine-et-Oise)

Sol siliceux, un peu calcaire

31 Août 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Rameaux	1,74	30,41	3,54	0,041	0,71	0,083
Feuilles (aiguilles)	1,15	19,51	5,19	0,036	0,62	0,166
Cônes	0,89	16,47	8,47	0,022	0,41	0,211

PIN. — *Pinus sylvestris*

Jeune arbre, dans un champ inculte, parmi les genêts

Dangu (Eure)

Sol siliceux, très peu calcaire

11 Août 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Racine	0,27	7,10	5,26	0,004	0,11	0,083
Tige	0,39	25,72	8,59	0,005	0,39	0,130
Rameaux	0,62	16,96	6,88	0,006	0,16	0,068
Feuilles (aiguilles)	0,76	23,80	1,72	0,020	0,63	0,045

SAPIN NOIR. — *Abies nigra*
Dans un jardin, Le Vésinet (Seine-et-Oise)
Sol siliceux, un peu calcaire

24 Octobre 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Branches	1,97	38,66	1,72	0,032	0,63	0,028
Rameaux	2,97	28,82	0,85	0,076	0,73	0,021
Feuilles	0,56	32,07	3,41	0,030	1,77	0,188

SAPIN NOIR. — *Abies nigra*
Autre arbre (abattu en Mars 1919), Le Vésinet (Seine-et-Oise)

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Tronc						
a) Ecorce	0,39	54,11	2,00	0,012	0,12	0,062
b) Aubier	0,86	43,56	4,09	0,002	0,10	0,009
c) Cœur	0,76	51,90	1,28	0 003	0,11	0,005

SAPIN. — *Abies excelsa*
Dans un jardin, Le Vésinet (Seine-et-Oise)
Sol siliceux, un peu calcaire

20 Octobre 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Branches	1,28	38,52	0,70	0,007	0,22	0,004
Rameaux	1,69	29,56	3,52	0,022	0,39	0,046
Feuilles (parties vertes)	0,64	38,09	4,21	0,018	1,12	0,126

Famille des Bétulacées.

BOULEAU. — *Betula alba*
Bois du château de Dangu (Eure)
Sol siliceux, très peu calcaire

12 Août 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Rameaux	0,32	51,17	2,51	0,010	1,68	0,082
Feuilles	0,37	42,95	7,91	0,023	2,77	0,510

(à suivre).

REVUE DES TRAVAUX DE BOTANIQUE
TROPICALE ET SUBTROPICALE
(1910-1919)

par **P. CHOUX**

(Suite)

D'autre part, en même temps que M. Annet décrivait au Cameroun l'*Elæis Poissonii*, M. Janssens (1) signalait son existence dans le Mayumbé belge, où on la connaît sous le nom de Palmier *Vuakania* (noix enfoncée). Le frère Gillet (2) a confirmé que le *Vuakania* est bien *l'Elæis Poissonii* var. *tenera*. On la trouve aussi dans la Province orientale du Congo belge où elle est appelée *Basatoum* (3).

C'est peut-être encore la même variété, dont un article de la *Deutsche Kolonialzeitung* de 1918 a annoncé la découverte au Cameroun sous le nom d'*Elæis Terema* (4) et dont le rendement en huile serait le double de celui de la *Lisombe*, considérée jusqu'alors comme la variété la plus recommandable aux planteurs.

M. Chevalier (5), pour faire rentrer cet *Elæis Poissonii* dans sa classification de 1910, dénomme ce nouveau type, *Elæis guineensis*, s. sp. *E. nigrescens* A. Chev., Var. *Poissonii* (Annet) A. Chev. et cette dénomination lui paraît nécessaire, puisque la nomencla-

(1) Janssens : *Contribution à l'Etude du Palmier à huile au Congo belge : 2° le Palmier à huile du Mayumbé* (Bull. agricole du Congo belge, 1918, p. 225).

(2) Frère Gillet : *Palmier à huile au Congo belge* (Bull. de la Soc. Nat. d'acclimatation, mai 1918, n° 5, p. 150).

(3) *Contributions à l'étude de la Faune et de la Flore du Congo belge* (Bull. agricole du Congo belge, 1918, p. 309).

(4) *Nouvelle variété de Palmier à huile* (Bull. de l'Off. col., janv. 1919, p. 28, d'après l'Exportat. français du 7 Nov. 1918).

(5) Chevalier : *Une nouvelle variété de Palmier à huile* (Bull. agric. de l'Instit. scientif. de Saïgon, p. 154, mai 1919).

ture qu'il a proposée a été adoptée par les botanistes et notamment par le professeur Beccari de Florence. Nous avons montré en réalité que, si Beccari a cru pouvoir adopter les variétés proposées par M. Chevalier, il n'a pas pensé devoir admettre les deux sous-espèces *nigrescens* et *virescens* (« facendo astrazione dalle sue due primarie divisioni », dit Beccari à la page 27 de l'*Agricoltura coloniale* de gennaio 1914). M. Jumelle a partagé cette même manière de voir. Nous nous rangerions donc plutôt à l'avis de M. Yves Henry (1), qui a simplement ajouté au tableau de M. Jumelle un troisième groupe constitué par la sous-espèce *Elæis Poissonii* et ses deux variétés.

La question des variétés du Palmier à huile n'est pas la seule préoccupation de ceux qui s'intéressent à l'avenir de cette richesse de notre Afrique occidentale. Nous l'avons déjà montré à propos de l'ouvrage de M. Adam. M. Chevalier (2), s'étonnant qu'aucun pays n'ait encore entrepris des expériences vraiment scientifiques dans le but d'améliorer une espèce si précieuse, signale une première série de mesures très simples, dont l'application entraînerait sûrement l'accroissement rapide de la production : aménagement des palmeraies non entretenues, entretien des palmeraies existantes, création de nouvelles palmeraies indigènes, amélioration des procédés indigènes pour la fabrication de l'huile de palme, emploi des procédés mécaniques et surtout du procédé Poisson utilisé avec succès à l'huilerie de Cotonou.

Puis, envisageant le problème de la culture du Palmier à huile par l'Européen, M. Chevalier n'hésite pas à conclure que l'exploitation du Palmier à huile sélectionné et bien cultivé deviendrait, par rapport à l'exploitation des Palmiers à huile sauvages ou entretenus par les indigènes, l'analogue de l'exploitation du caoutchouc de l'*Hevea* cultivé par rapport à la cueillette des caoutchoucs de plantes sauvages.

M. Bret, inspecteur d'agriculture coloniale, voit de même l'avenir dans la plantation méthodique précédant l'installation industrielle (3)

(1) Yves Henry : *L'exploitation du Palmier à huile en Afrique tropicale* (Matières premières africaines, T. I, p. 263, Larose, 1918, Paris).

(2) A. Chevalier : *Documents sur le Palmier à huile* (Les Végétaux utiles de l'Afr. trop. française, fasc. VII, 1° part., juillet 1910, Challamel, Paris).

(3) Bret : *L'évolution récente de l'exploitation et de l'industrie du Palmier à huile* (J. d'Agric. trop., 28 févr. 1913, p. 42).

et met en garde les exploitants contre l'importance des peuplements latents qui semblent devoir donner des productions obtenues à l'infini presque sans effort, alors qu'en réalité elles demandent un travail méthodique, suivant en cela les lois ordinaires (1).

Un événement important n'allait pas tarder à justifier ces prévisions. M. Hallet, grand financier et planteur belge, affirmait en 1913 dans le *Bulletin de l'Association des planteurs de Caoutchouc d'Anvers* qu'en Malaisie le Palmier à huile produit plus vite et plus abondamment que sur la côte d'Afrique et donne des régimes plus volumineux que les régimes du Congo. Ses fruits sont plus riches en huile que ceux du Dahomey. La production obtenue après trois ans serait complète dès la cinquième année. (2)

A la suite de quelles circonstances la culture du palmier à huile avait-t-elle été ainsi entreprise en Malaisie ? C'est ce que nous a fait connaître M. Fauconnier (3), l'administrateur de ces plantations, dans un rapport adressé au Congrès d'agriculture coloniale de 1918. M. Hallet, ayant fait en 1911 un voyage d'études à Sumatra, fut frappé de l'aspect vigoureux et de la grande productivité apparente des sujets qu'il y avait vus. Des observations plus complètes, faites à la fois par M. Hallet et M. Fauconnier, permirent de faire les trois constatations suivantes qui sont du plus haut intérêt et que la note précédente de M. Hallet avait plus ou moins déjà signalées :

1° le Palmier à huile donne en Malaisie des régimes plus volumineux qu'en Afrique,

2° ses fruits sont plus riches en huile que ceux du Dahomey,

3° la précocité de l'arbre y est extraordinaire, puisque beaucoup de sujets portent à trois ans des fruits utilisables et sont en plein rendement à la cinquième année.

Encouragé par ces résultats, M. Hallet établit à Sumatra de vastes cultures d'*Elæis* et déja en 1913 on signalait d'importantes

(1) Bret : *Nouvelles notes sur l'exploitation du Palmier à huile* (J. d'Agric. trop., 31 Mai 1913, p. 139).

(2) *Le Palmier à huile en Malaisie* (J. d'Agric. trop., janv. 1914, p. 31). — *La palma da olio* (L'Agricolt. col., gennaio 1914, p. 61). — *Note sur le Palmier à huile* (La Quinz. col., 25 juin 1914, p. 441).

(3) Fauconnier : *Essai de culture du Palmier à huile en Extrême-Orient* (Congrès d'Agric. col. de 1918 ; T. II, section des oléagineux, p. 532).

plantations sur la côte est de cette île et la mise en culture de plusieurs milliers d'hectares chaque année.

La menace était sérieuse. Aussi, en avril 1914, M. Chevalier (1) demandait à l'Afrique de substituer le plus vite possible à l'exploitation des plants sauvages ou demi-sauvages la culture rationnelle des bonnes variétés, sinon elle se laissera distancer par d'autres régions du globe.

La question du Palmier à huile changeait en même temps d'aspect et dans l'ouvrage sur les *Grands produits végétaux des Colonies françaises*, Gatin (2) en 1915, a traité le chapitre du Palmier à huile dans un autre esprit que ses devanciers. Il parle longuement de tout ce qui peut intéresser la culture : germination, méthodes de culture etc... et esquisse ce que pourrait être une plantation d'*Elæis*. Parmi les cultures intercalaires, il conseille l'arachide et surtout le *Coffea robusta* qui a si bien réussi à Sumatra. Il est fort peu question des peuplements naturels, car leur aménagement serait très coûteux. Dès maintenant on peut affirmer, dit Gatin, que *l'avenir de l'Elæis doit être recherché dans sa culture et que l'exploitation des peuplements existants n'est qu'une période transitoire dont il faudra s'efforcer de sortir au plus vite pour s'orienter résolument vers la plantation*. Enfin l'installation sur place d'usines d'extraction, la suppression des méthodes locales et la création de sortes commerciales d'huile de palme et d'huile de palmiste, susceptibles d'entrer dans l'industrie avec des destinations bien définies, apparaissent comme autant de nécessités impérieuses, indispensables pour mettre nos colonies d'Afrique en état de lutter contre la concurrence menaçante de la Malaisie.

Le problème du Palmier à huile a naturellement été longuement agité au Congrès d'agriculture coloniale de 1918. D'une part, les cultures d'*Elæis* en Malaisie font peser sur nos colonies la menace du déplacement de la production ; d'autre part, la France, qui voit le coprah se raréfier sur ses marchés, doit pouvoir trouver dans

(1) CHEVALIER : *La culture du Palmier à huile en Extrême-Orient* (J. d'Agric. trop., avril 1914, p. 112).

(2) GATIN : *Le Palmier à huile et ses produits* (in Perrot : Les Grands produits végétaux des colonies françaises, Larose, 1915).

ses colonies la matière première susceptible de remplacer le beurr de coco (1).

Les différents rapports présentés reconnaissent tous qu'en forêt et sans entretien le Palmier à huile ne fructifie pas, que mal entretenu il donne à peine un ou deux régimes par an, alors qu'avec des soins appropriés on peut augmenter sensiblement sa production.

Cependant, si M. Lapalud (2), lieutenant gouverneur de la Côte d'Ivoire et M. Rouget (3), délégué du gouvernement général de l'Afrique équatoriale française, pensent surtout à l'aménagement et à l'amélioration des palmeraies naturelles et estiment que cette mise en exploitation immédiate est susceptible de produire des résultats, pour d'autres, la culture méthodique du Palmier à huile présente des avantages bien plus considérables. C'est l'avis de M. Poiret (4), lieutenant-gouverneur de la Guinée française, de M. Grandjean (5), planteur à Abidjan et de M. Bret (6) qui déclare que « si les machines doivent augmenter la production, la culture est le seul moyen de la rendre économique et intensive. » M. Annet (7) signale d'ailleurs qu'avant la guerre les Allemands nous avaient précédé dans cette voie et avaient établi des plantations régulières au Cameroun (8). Si l'on ajoute encore qu'en Nigéria on cite quelques entreprises analogues, que les Huileries du Congo belge possèdent près de Bumba des plantations qui renfermaient 45.000 palmiers en 1916 (9), que les palmieraies établies en Malaisie couvraient 5.000 hectares en 1918, et qu'enfin d'excellents résultats ont été obtenus par la culture de *l'Elæis guineensis* aux Sey-

(1) F. de Roux : *Rapport général de la section des oléagineux* (Congrès d'agriculture col. de 1918, p. 32).

(2) Lapalud : *Les oléagineux de la Côte d'Ivoire* (id., p. 236).

(3) Rouget : *Les palmistes de l'Afrique équatoriale française* (Congrès d'agric. col. de 1918, p. 317).

(4) Poiret : *Les oléagineux de la Guinée Française* (id. p. 224).

(5) Grandjean : *Le Palmier à huile à la Côte d'Ivoire* (id. p. 267).

(6) Bret : *L'exploitation du Palmier à huile à la Côte d'Ivoire* (id. p. 245.

(7) Annet. *Le Palmier à huile au Cameroun* (id. p. 372).

(8) Voir aussi : *The oil palm in the Cameroons* (Bull. of Miscell. Inform, Roy. Bot Gard., Kew, n° 6, 1918, p. 197).

(9) *Le Palmier à huile au Congo belge* (Congrès d'agric. col. de 1918, p. 427)

chelles (1), on comprendra l'intérêt primordial que nous avons à ne pas nous laisser distancer dans cette voie.

M. Yves Henry (2) propose une combinaison intéressante. On peut, selon lui, utiliser le défrichement complet du sol, nécessaire à la culture du Palmier, pour une culture transitoire comme celle du cacaoyer et à la dixième année, lorsque la palmeraie arrivera à rapporter, l'exploitant aura retiré 4.000 tonnes de fèves de cacao par hectare, qui auront largement couvert les frais d'établissement et d'entretien. D'ailleurs, les indigènes cultivent fréquemment ces deux plantes en mélange.

Enfin, plus récemment, M. Teissonnier (3) pense qu'à la Côte d'Ivoire l'exploitation du Palmier à huile doit comprendre à la fois l'aménagement des palmeraies naturelles et la culture régulière de l'*Elæis* avec sélection et propagation des variétés à grand rendement, alors que M. Van Pelt (4) préconise nettement la plantation régulière et créée de toutes pièces, l'aménagement des palmeraies existantes n'étant possible que dans des cas très spéciaux.

Par contre, M. Houard (5) estime que les peuplements de Palmiers sont assez bien cultivés au Dahomey pour qu'il soit possible de les exploiter par des petites usines. La discussion reste donc ouverte en ce qui concerne le Palmier à huile africain.

Mais l'Indo-Chine ne serait-elle pas susceptible de donner les mêmes résultats que la Malaisie ? MM. Fauconnier (6) et Chevalier (7) sont d'accord pour dire que les quelques essais de plantations de Palmier à huile en Indo-Chine, sans paraître donner des rende-

(1) *The West African oil Palm* (Bull. of Miscell. Inform., Roy. Bot. Gard., Kew, n° 2 et 3, 1918, p. 121).

(2) Yves Henry : *L'exploitation du Palmier à huile en Afrique tropicale* (Matières prem. afric., T. I, p. 293. Larose, Paris, 1918).

(3) Teissonnier : *L'exploitation du Palmier à huile à la Côte d'Ivoire* (Bull. des Mat. grasses de l'Inst. Col. de Mars. ; 1919, n° 2, p. 51).

(4) Van Pelt : *Le Palmier à huile. L'exploitation des peuplements naturels et la culture rationnelle.* (Rapport de mission en Afrique occidentale, id., n° 6, p. 217).

(5) Houard : *Etude sur l'exploitation industrielle du Palmier à huile* (id. n° 5 p. 173).

(6) Fauconnier : *loc. cit.* (p. 538).

(7) Chevalier : *Observations sur la culture de quelques plantes oléagineuses en Indo-Chine* (Bull. écon. de l'Indo-Chine, mars-avril 1918, p. 302).

ments aussi élevés qu'en Malaisie, méritent néammoins de retenir l'attention.

L'accroissement de rendement que l'on poursuit n'est pas seulement fonction des procédés de culture et de la récolte plus complète des fruits, mais aussi du TRAITEMENT INDUSTRIEL pour la fabrication de l'huile de palme et de l'emploi de concasseurs pour les noyaux de palmistes. En ce qui concerne la FABRICATION DE L'HUILE DE PALME, on a surtout cherché par l'emploi des procédés mécaniques, auxquels nous avons déja fait allusion, à obtenir une plus grande quantité d'huile et surtout une huile moins riche en acides gras que la plupart des huilesindigènes. Déjà en1910, le docteur Fickendey (1) constatait que l'huile de palme ne pouvait entrer dans la fabrication des graisses végétales alimentaires à cause de son pourcentage élevé en acides gras. Ce dédoublement de la molécule des corps gras doit être dû à la présence d'enzymes, donc, pour avoir une huile alimentaire, il faut employer des fruits frais et détruire les enzymes par la chaleur.

Mais l'emploi de l'huile de palme comme graisse alimentaire fut surtout mise à l'ordre du jour en 1913 par l'*Ölrohstoff Kommission* du *Kolonial Wirtschaftliche Komitee* de Berlin. Les Allemands reconnaissaient d'ailleurs que, dans le système Haake ou procédé par voie humide, le mélange d'eau avec l'huile pendant le traitement favorisait la production des acides gras, alors qu'avec le système français Fournier ou procédé à sec, on était arrivé à diminuer la teneur en acides gras. Aussi ce dernier procédé avait-il été employé par les Allemands eux-mêmes dans leurs colonies de l'Ouest Africain. De plus, en portant les fruits sitôt après la cueillette à une température de 100° et en les maintenant à cette température pendant le cours de la fabrication pour empêcher la formation d'acides gras, l'*Agupflanzung* de Togo était arrivée par un procédé spécial à obtenir une huile ne contenant, en moyenne pas plus de 8 °/ₒ d'acides gras libres (2).

(1) Fickendey : *Ueber die Verwendungsfähigkeit des Palmöls als Speisefett* (Der Tropenpflanzer, nov. 1910. p. 566).

(2) *Heutiger Stand der maschinellen Verarbeitung der Ölpalmenfrüchte* (Verhandlungen der Ölrohstoff Kommission des Kolonial Wirtschaftlichen Komitees, Berlin, 3 Nov. 1913, p. 17).

Et, comme conclusion, la commission demandait que l'on produisit dans les colonies une sorte spéciale d'huile de palme, qui n'ait pas plus de 8 °/₀ d'acidité, 0,5 °/₀ d'eau et 0,5 °/₀ d'impuretés, de telle façon que cette sorte puisse être vendue sur le marché sous le nom de « *Speisepalmöl* » (1).

(1) ***Palmöl** in der Speisefettindustrie* (Verhandlungen der Ölrohstoff-Kommission des Kolonial Wirtschaftlichen Komitees, Berlin, 3 novembre 1913).

(A suivre)

REVUE DES TRAVAUX

DE

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE

PUBLIÉS DANS LE COURS DES ANNÉES 1910-1919

I^re PARTIE : PALÉOZOÏQUE

par M. A. CARPENTIER

(suite)

---

f. Cordaitales

MM. Scott et Seward dans leurs traités classiques de paléobotanique (1) distinguent dans le groupe des *Cordaitales* : les *Poroxylées*, les *Pityées*, les *Cordaitées*. Un caractère commun à ces diverses familles c'est de posséder des feuilles simples, à nervation parallèle et plus ou moins dichotome, à limbes semblables à ceux des roseaux, des bambous ou d'autres graminées. Ces organes, trouvés souvent à l'état d'empreintes dans le Westphalien et le Stéphanien, sont désignés du terme général de feuilles de *Cordaites*. L'analyse d'échantillons à structure conservée a prouvé que ces feuilles offraient des caractères anatomiques permettant de les distinguer ; l'examen des tiges a fait connaître l'existence de types nouveaux et l'on possède toute une série de genres, reliés entre eux, des Poroxylées aux Cordaïtées.

— *Poroxylées*. Les affinités des *Poroxylon* se sont précisées depuis la découverte du nouveau genre *Mesoxylon* Scott, dont il va être question et dont le nom a été justement choisi pour indiquer

(1) D. H. Scott, *Studies*, 1909, ch. XII. A. C. Seward, *Fossil plants*, III, 1917, ch. XXXIII, XXXIV.

que par des caractères anatomiques les *Mesoxylon* se placent entre les Poroxylées et les Cordaïtées.

« Les affinités avec les Cordaïtées paraissent indiscutables, écrit M. Scott en 1909 .. Comme les auteurs français Renault et Bertrand l'ont reconnu, les traits communs de structure entre *Poroxylon* et *Lyginodendron* sont des plus marqués, de telle sorte qu'on ne peut douter de leur parenté ». (1) Nous possédons dans les *Poroxylées*, comme d'ailleurs dans les *Pityées*, des structures intermédiaires entre les *Ptéridospermées* et *Cycadofilicinées* et les *Cordaïtées*. Il importe toutefois de souligner cette remarque de M. Maslen : « Les espèces du genre *Poroxylon* sont d'âge stéphanien ou permien et par conséquent on ne peut guère y voir des intermédiaires entre des familles qui avaient déjà atteint un haut degré de différenciation longtemps avant cette date...» (2)

A propos des *Poroxylon*, Grand'Eury (3), dans ses *Recherches géobotaniques*, tend à leur rapporter des feuilles larges du type *Cordaites principalis*, intimement mêlées à des graines de genre *Rhabdocarpus*. Les tiges peu résistantes surmontent rarement les souches ; leurs racines sont traçantes, fixées par des crampons.

C'est probablement à des radicelles de *Poroxylon* que doivent se rapporter les organes décrits en 1906 par Lignier sous le nom de *Radiculites reticulatus* : du liège d'apparition précoce et d'origine péricyclique entoure le massif ligneux central, formé d'une lame ligneuse bipolaire flanquée de deux coins de bois secondaire (4).

Pityées. — Le genre *Pitys* nous sera mieux connu grâce aux recherches de M. Gordon (5) ; cet auteur n'a encore donné qu'une note préliminaire sur des *Pitys*, admirablement conservés, d'un gisement nouveau d'Ecosse. On a en effet découvert en 1914 (6) sur

(1) D. H. Scott : *Studies*, p. 513.

(2) A. J. Maslen : The structure of *Mesoxylon Sutcliffii* (Scott). (*Ann. of Bot.* XXV, p. 411, 1911).

(3) Grand'Eury : *Recherches géobotaniques*. 1re part., 2e livr. 1913, p. 77.

(4) O. Lignier : Les « Radiculites reticulatus » Lignier sont probablement des radicelles de Cordaitales (*A. F. A. S.*, 40e sess., Notes et Mém., pp. 509-513, Dijon 1911).

(5) Cf. Dr. Gordon in Seward, *Fossil plants*, III, p. 228, note 1, 1917.

(6) Report on the Committe for investigating the Lower Carboniferous flora at Gullane (*British. Assoc.*, Sect. C (geology), Newcastle, 1916 et *Geolog. Magazine*. Dec. VI, IV, n° 1, p. 29 ; Jan. 1917).

la côte de l'estuaire de la Forth, près de Gullane, Haddingtonshire, des plantes à structure conservée du *Carbonifère inférieur*. L'écorce des *Pitys* est parfois conservée ; les feuilles du *Pitys Dayi*, n. sp, sont courtes, épaisses, différentes des feuilles du type ordinaire *Cordaites*. Des détails de structure que M. Gordon doit faire connaître, tendent à rendre plus étroites les relations entre Pityées et Lyginodendrées.

G. *Callixylon*. — M. Zalessky a découvert en 1909 (1), dans le *Dévonien supérieur* du bassin du Donetz, des fragments de bois silicifiés, parmi lesquels il a pu identifier le genre nouveau *Callixylon*. La moelle offre à sa périphérie, de même que le *Pitys antiqua*, de nombreux petits faisceaux vasculaires à structure mésarque, mais ils sont chez *Callixylon* contigus au bois secondaire ; celui-ci est divisé en segments cunéiformes ; les ponctuations aréolées, du type *Araucarioxylon*, ne recouvrent pas toute la paroi radiale. Les rayons médullaires sont unisériés sauf dans leur région interne, près de la moelle, où ils peuvent compter plusieurs rangées de cellules. Les deux genres *Pitys* et *Callixylon* doivent être considérés comme très voisins.

Faut-il rapporter à ce genre *Callixylon*, comme le font Miss Elkins et M. Wieland (2), en se basant spécialement sur le mode de distribution des ponctuations des trachéides, le *Cordaites Newberryi* Penhallow du *Dévonien moyen* de l'Ohio et une nouvelle espèce, *C. Oweni*, du *Dévonien supérieur* de Lexington (Indiana) ? M. Seward juge plus prudent de les ranger dans le genre *Dadoxylon*, parce qu'on ne sait pas si ces spécimens possédaient les faisceaux ligneux primaires des *Callixylon*.

C'est également de l'Amérique du Nord, mais du *Carbonifère inférieur* du Kentucky que provient la tige à structure conservée dont MM. Scott et Jeffrey (3) ont fait leur genre nouveau *Archæo-*

(1) D. Zalessky : Communication préliminaire sur un nouveau *Dadoxylon* à faisceaux de bois primaire autour de la moelle (*Bull. Acad. Imp. Sc. St-Pétersbourg* pp. 1175-1178, 1909) — Etude sur l'anatomie du *Dadoxylon Tchihatcheffi* Göppert sp. (*Mém. Comité geol. St- Petersbourg*, N. S Livr. 68, pp. 28, 29, 1911).

(2) M. G. Elkins and G. R. Wieland : Cordaitean wood from the Indiana Black shale (*Américan Journ. Science*, XXXVIII, pp. 65-78; pl. I et II, 11 texte fig. July 1914).

(3) D. H. Scott and E. C. Jeffrey : On fossil plants showing structure from the base of the Waverley shale of Kentucky (*Phil. Trans. Roy. soc. London*, B, CC, V, pp. 345-154, 3914).

pitys. La moelle est continue, non discoïdale ; elle est traversée par de petits faisceaux de bois primaire nettement mésarques ; elle présente aussi de nombreux faisceaux foliaires en contact avec le bois secondaire. Chaque faisceau médullaire provient de la division d'un faisceau circummédullaire qui représente une trace foliare. Le bois secondaire est formé de petites trachéides à deux ou trois rangées de ponctuations ; les rayons médullaires, unis ou plurisériés, ne sont jamais d'une grande hauteur. Les investigations récentes de M. Gordon tendent à rapprocher encore les deux genres *Pitys* et *Archæopitys*.

Affinités des genres *Mesopitys*, *Parapitys*, *Cœnoxylon* de Zalessky.

M. Seward dans *Fossil plants* comprend les trois genres en question dans la famille des *Pityées* (1). Le genre *Parapitys* est, de l'avis de M. Scott (2), celui qui se rapproche le plus des *Mesoxylon*, dont il ne diffère que par les caractères de la moelle et de plus il semble très éloigné du genre *Eristophyton (Calamopityées)* de Zalessky par la grande réduction des faisceaux primaires mésarques et par les traces foliaires doubles.

M. Scott attache une grande importance aux structures des faisceaux de bois primaire. Il admet bien une certaine affinité entre le genre *Calamopitys (C. Beinertiana* Scott : *Eristophyton Beinertianum* Zalessky), et le *Mesopitys* mais la présence de faisceaux mésarques bien développés dans le *C. Beinertiana* lui paraît marquer une différence appréciable. Le genre *Cœnoxylon* et le genre *Calamopitys* ne présentent que des rapports plus lointains ; les *Mesopitys* et *Cœnoxylon* sont, d'après M. Scott, des formes marquant une avance sur les *Pityées* ; elles s'élèvent au niveau des *Cordaïtées*, mais sur des lignes différentes.

Gœppert avait signalé, sous le nom d'*Araucarites Tchihatcheffianus*, des fragments de bois calcifiés, sans trace d'écorce, recueillis dans le Permien du bassin de Kouznetsk, en Sibérie. M. D. Zaless-

(1) A. C. Seward : *Fossil plants* III. pp. 293-296.

(2) Cf. D. H. Scott : The structure of *Mesoxylon Lomaxii* and *M. poroxyloides* (*Ann. of Bot.*, XXVI, pp. 1025-1028).

ky (1) en a repris l'étude et conclu à l'existence d'un nouveau genre ***Mesopitys*** dont la moelle contient des sclérites rappelant les cellules scléreuses de l'*Araucaria excelsa* et du *Ginkgo biloba*, à faisceaux primaires peu développés généralement endarques, s'appliquant par leurs éléments les plus larges, rayés ou réticulés, contre les trachéides à ponctuations aréolées du bois secondaire. Celui-ci à « zones annuelles » bien nettes et bien régulières indiquant des alternances saisonnières ou des changements périodiques, les trachéides « de bois de printemps » en coupe radiale sont caractérisées par plusieurs rangées, les trachéides du « bois d'automne » par une ou deux rangées de ponctuations aréolées. Les rayons médullaires sont nombreux, unisériés, à parois radiales ornées de ponctuations simples, obliques. La trace foliaire, dans son parcours à travers le bois secondaire, est simple ; c'est l'une des caractéristiques. D'après M. Zalessky, le ***Dadoxylon Spenceri*** Scott, du Carbonifère supérieur du Yorkshire, dont les faisceaux primaires sont de faible taille comme ceux du *M. Tchihatcheffi*, mais à structure mésarque, et dont les traces foliaires sont doubles dans leur trajet à travers le bois secondaire, doit constituer un genre spécial, qu'il désigne sous le nom de ***Parapitys***. C'est près de ce genre et des ***Mesopitys***, que le paléobotaniste russe place le genre nouveau *Eristophyton* dont il a été question (*Calamopityées, Cycadofilicinées*).

Un bois fossile, à anneaux annuels distincts, trouvé dans le Permien du Bassin de la Petchora, a été aussi décrit par M. Zalessky (2) sous le nom de ***Dadoxylon Kuliki***. Il rappelle de très près le ***Mesopitys*** *Tchihatcheffi* du bassin du Kouznetsk, les cellules des rayons médullaires sont plus hautes et plus larges et les ponctuations aréolées des trachéides plus grandes dans le *M. Tchihatcheffi*.

Le genre *Cænoxylon*, d'après les études qu'en a faites M. Zalessky, est apparenté avec les genres fossiles *Eristophyton*, *Pitys*,

(1) D. Zalessky : Etude sur l'anatomie du Dadoxylon Tchihatcheffi Göppert sp. (*Mém. Comité Géologique. Russie*, N. S., livr. 68, pp. 1-29 ; mi-partie en russe et français ; pl. I-IV. 1911).

Voir aussi : A. C. Seward. Fossil Plants, III, pp. 295-296, fig. 490, 1917.

(2) D. Zalessky : Flore gondwanienne du Bassin de la Pétchora I. Rivière Adzva. (*Bull. Soc. Ouralienne d'Amis des Sc. Nat. à Ekatérinebourg*, XXXIII, p. 23, 1913).

(3) D. Zalessky : Note préliminaire sur le Cœnoxylon Scotti, nov. g. n. sp. (*Etudes paléobotaniques* ; 1re partie, pp. 13-16 ; fig. 1-4 1911).

Parapitys, Mesopitys. Un échantillon de bois calcifié, provenant des terrains paléozoiques de Russie, sans doute du Permien de l'Oural (1), constitue la partie centrale d'une tige que M. Zalessky a appelée *Cœnoxylon Scotti.* La moelle a 2 cm. de diamètre, la masse ligneuse est conservée sur une largeur de 13 mm. Le bois primaire projette dans la moelle des indentations, séparées par du tissu médullaire, structure qui rappelle, de même que la double trace foliaire, ce qu'on observe chez le *Gingko biloba.*

Cordaitées. — Le genre *Mesoxylon* a été établi par MM. Scott et Maslen en 1910 (2) pour désigner certaines tiges paléozoïques, dont la structure est intermédiaire entre celle du genre *Poroxylon* et celle du g. *Cordaites.* On se rappelle que la principale différence entre ces deux genres c'est que la tige des *Cordaites* est absolument dépourvue de bois centripète, tandis que la tige des *Poroxylon* possède des faisceaux de bois centripète, qui entrent dans la constitution des traces foliaires à la périphérie de la moelle. Le genre *Mesoxylon* ressemble bien aux *Poroxylon* par ses faisceaux de bois centripète, qui forment une partie des traces foliaires au pourtour de la moelle, mais il en diffère par la structure discoïdale de la moelle, par la constitution même du bois des traces foliaires, par la densité du bois secondaire, etc. Tous ces caractères, qui distinguent les *Mesoxylon* des *Poroxylon*, les rapprochent au contraire du genre *Cordaites*, près duquel ils se placent parmi les *Cordaïtées.*

Dès 1910, MM. Scott et Maslen ont signalé cinq espèces de *Mesoxylon*, qui toutes possèdent des faisceaux périmédullaires de bois centripète, mais se distinguent par le plus ou grand développement de ce bois, sa plus ou moins longue persistance quand les traces foliaires ont atteint la moelle. Ces *Mesoxylon* proviennent des coal-balls ou des nodules de toit des *Lower Coal Measures* du Lancashire (Shore, Littleborough, Angleterre).

(A suivre.)

(1) Cf. D. Zalessky : On the impressions of plants from the coal-bearing deposits of Sudzenka, Siberia *(Bull. Soc. Naturaliste Orel,* part IV. p. 25, note 1912).

(2) D. H. Scott and A. J. Maslen : On Mesoxylon, a new genus of Cordaïtales (perliminary note). (*Annals of Botany,* XXIV, pp. 236-239 ; jan. 1910).

CHRONIQUES ET NOUVELLES

L'Académie des Sciences a décerné le prix Bordin pour 1922 à Monsieur Joseph Magrou pour son mémoire « *Symbiose et Tubérisation* ».

***

Monsieur A.-P. Allorge vient d'être nommé préparateur de Cryptogamie au Museum d'Histoire Naturelle de Paris.

***

Monsieur Ripert vient d'être nommé préparateur de Botanique agricole à l'Université de Rennes.

***

Une mission danoise dirigée par le Professeur Olufsen et comprenant comme Botaniste M. le Docteur Gram, est partie pour le Sud tunisien et le Sahara.

Nemours. — Imp. André Lesot. *Le Gérant :* Emile Michaudon.

CONTRIBUTION
A L'ÉTUDE DES SYNANTHIES

par M. G. NICOLAS

Les synanthies, qui consistent dans la soudure plus ou moins complète de fleurs, sont assez fréquentes. C'était déjà l'avis de Moquin-Tandon (1), en 1841, et, malgré l'opinion émise par l'un de mes prédécesseurs dans la chaire que j'occupe, D. Clos (2), opinion basée exclusivement sur la morphologie externe, il est des cas nombreux où la synanthie est manifeste et ne doit pas être confondue avec une multiplication ou un dédoublement des organes. Personnellement (3), j'ai déjà eu l'occasion d'observer pendant mon séjour en Algérie un certain nombre de synanthies, notamment chez les Monocotylédones.

Il est question ici de la synanthie (4) d'un *Narcissus Tazetta* L. récolté fin mars par M. Morquer aux environs de Carcassonne dans des prairies argileuses où les individus normaux abondaient. Cette synanthie est beaucoup plus compliquée que celle signalée par Moquin-Tandon, qui résulte de la soudure de trois fleurs et ne comprend que quinze sépales ; ce n'est pas à ce point de vue qu'elle a retenu mon attention, mais, à la fois, parce qu'elle est une nouvelle confirmation de la théorie ligulaire de la couronne des Narcisses et surtout parce qu'elle contribue à apporter un peu de

(1) Moquin-Tandon : Eléments de tératologie végétale. (Paris, 1841).

(2) D. Clos : La théorie des soudures en botanique (*Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles Lettres de Toulouse*, 8^{me} série, I, 1879). — La tératologie végétale et ses principes. (*Id.*, 9^{me} série, III, 1891).

(3) Nicolas. (*Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique Nord*, 1916 à 1922).

(4) Nicolas : Des synanthies à propos du *N. Tazetta*, (*C. R. Ac. Sc.*, 174, 1922).

lumière dans la question si controversée de l'origine de certaines anomalies, notamment des synanthies.

Normalement, la hampe florale du *N. Tazetta,* un peu aplatie (6,2×4,9 mm. au sommet), cannelée, se termine par un certain nombre de fleurs, toutes pédonculées, entourées leur à base commune par une bractée membraneuse. Les pédoncules floraux, triquètres (2 × 1,5 mm.), supportent chacun un ovaire également triquêtre, de 2,5 mm. de diamètre, surmonté d'un tube un peu plus petit (2 mm. de diamètre), formé par la soudure du périanthe et des étamines, et qui s'épanouit au sommet en une fleur à périanthe généralement blanchâtre, mais dont la couleur varie du blanc au jaune vif dans les individus nord-africains, muni d'une collerette orangée.

Dans la synanthie, la hampe florale a un contour presque circulaire ; elle est moins épaisse (4×3,9 mm.) et aussi moins verte, d'un vert clair; elle porte à son sommet une spathe membraneuse qui entoure un *pédoncule unique,* vert clair, de 4 cent. de longueur, à peu près circulaire, plus épais (3 mm. de diamètre) que normalement. A son sommet, une région correspondant à l'ovaire, circulaire, épaisse (7 mm. de diamètre), surmontée d'un tube de même diamètre qui se termine par trente-trois pièces d'un blanc jaunâtre, pourvues presque toutes d'appendices orangés et disposées de la façon suivante, de l'extérieur à l'intérieur (fig. 1) :

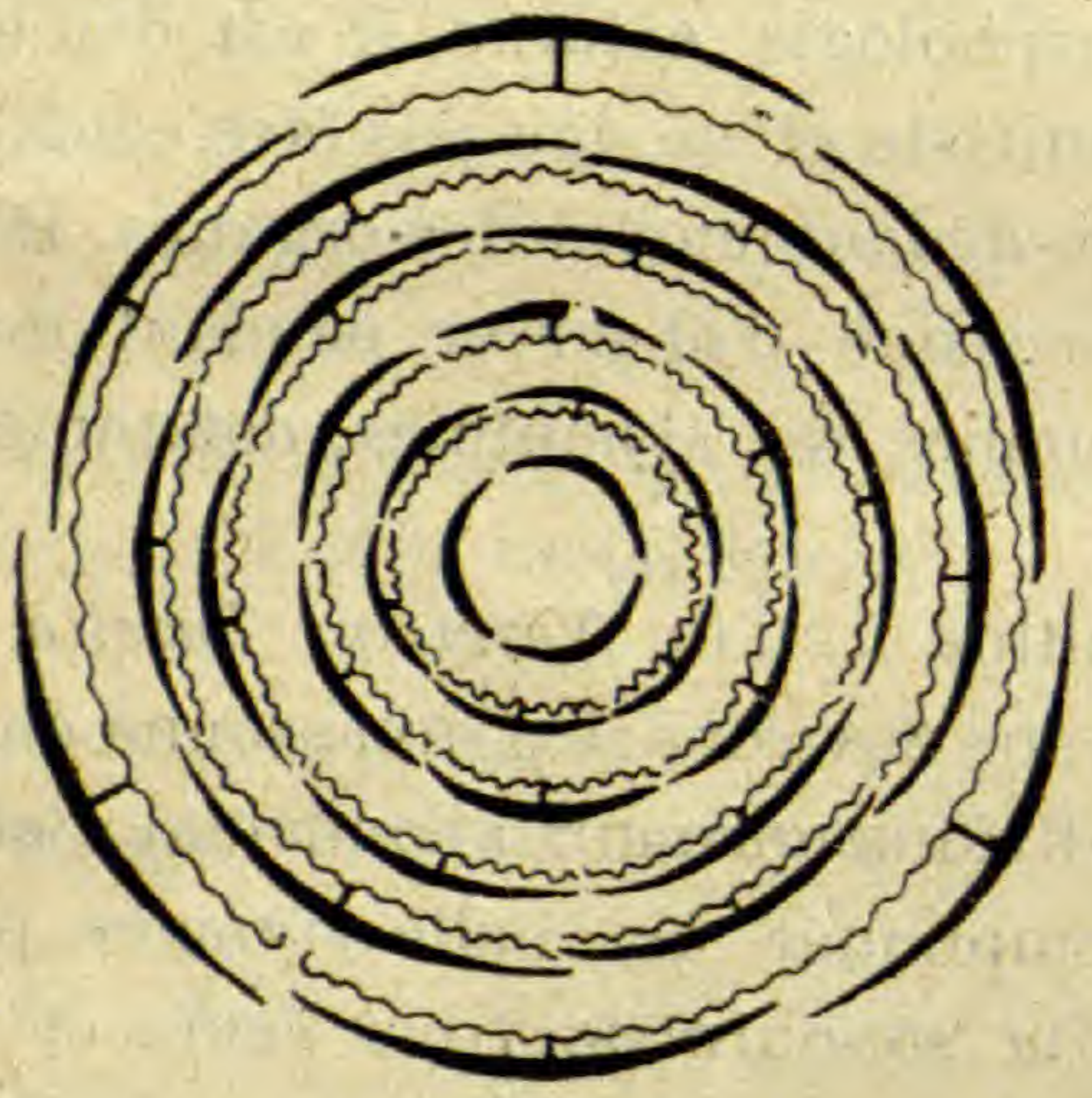


Fig. 1. — Diagramme de la synanthie du *Narcissus Tazetta.*

1° Six pièces disposées en deux verticilles de trois chacun, blanchâtres, légèrement réfléchies vers le bas, libres, beaucoup plus grandes que normalement (25 — 30 mm. de longueur × 15 — 22 mm. de largeur au lieu de 14 — 16×12 mm.) ; en dedans de celles-ci, une couronne orangée, continue, sauf en une région où elle est

interrompue et ses bords repliés vers l'intérieur, très grande (35 mm. de diamètre et 10 — 11 mm. de hauteur au lieu de 5 — 7) ;

2° six pièces, également libres, réparties encore, mais moins nettement que les précédentes, en deux verticilles de trois ; les plus externes, un peu plus développées que les autres, sont parcourues sur toute leur longueur d'une ou de deux lignes orangées et portent sur l'un de leurs bords un petit bourrelet longitudinal, ébauche d'anthère contenant des grains de pollen aplatis. Ces six organes sont pourvus chacun sur la base de leur face interne d'une ligule orangée, haute de 11 — 12 mm., à bords lobés, libre de toute adhérence avec les ligules voisines ;

3° six pièces de dimensions sensiblement égales portant chacune sur leur face interne une ligule orangée, libre vis-à-vis de ses voisines ;

4° six pièces identiques aux précédentes ;

5° six pièces identiques aux précédentes, mais un peu plus petites ;

6° enfin, au centre, trois pièces jaunâtres, libres entre elles, sans ligule.

Cette description est suffisante pour affirmer que la monstruosité n'est pas simplement une multiplication des pièces du périanthe, mais bien une synanthie résultant de la concrescence d'au moins cinq fleurs, dont les organes reproducteurs ont presque complètement avorté, représentées chacune par un périanthe normal pourvu, dans la fleur la plus externe, d'une véritable couronne presque complète, et, ailleurs, de ligules qui restent indépendantes les unes des autres. Les trois pièces du centre correspondent même peut-être à une sixième fleur, car, dans les synanthies, il est fréquent que le nombre des organes ne corresponde pas exactement à celui des fleurs qui ont participé à l'anomalie.

En outre de sa complexité, car il est assez rare de trouver des synanthies formées d'un nombre de fleurs aussi élevé, le cas du *N. Tazetta* est intéressant à un autre point de vue. La nature de la couronne des Narcisses a donné lieu à des interprétations très diverses ; c'est encore la Tératologie, qui a déjà fourni tant d'arguments pour l'explication de nombreux cas normaux et qui ne doit pas être considérée comme une science purement descriptive, qui

a permis d'admettre que la collerette résulte de la soudure de ligules dépendant du périanthe. Ici, cette origine ligulaire est indiscutable, car la synanthie présente à la fois une collerette et des ligules libres.

L'hypothèse que la monstruosité du *N. Tazetta* est bien une synanthie est corroborée par l'anatomie du pédoncule floral, où les faisceaux sont beaucoup plus nombreux, et surtout de l'ovaire. Celui-ci, normalement triquètre, à trois loges, avec une paroi de 0,3 mm. d'épaisseur, comprend, dans la synanthie, une paroi très épaisse (2 mm.), qui limite une cavité centrale, à la périphérie de laquelle sont insérés quelques ovules et dans laquelle s'entremêlent les pièces florales énumérées précédemment (fig. 2). La paroi est constituée par un parenchyme qui englobe de très nombreux faisceaux libéro-ligneux et qui est interrompu en trois régions par trois fentes, en forme de boutonnières, orientées tangentiellement et sur le bord desquelles sont fixés quelques ovules. Ces fentes, qui n'existent pas dans l'ovaire normal et qui n'ont rien de commun avec des glandes septales, sont entourées chacune d'un épiderme, identique à l'épiderme général, et d'une couche de parenchyme chlorophyllien, semblable également à celle qui se trouve sous cet épiderme. Ces boutonnières représentent vraisemblablement les traces de la soudure incomplète de quelques-uns des bourgeons floraux. Cet aspect rappelle tout à fait ce que j'ai observé sur une tige fasciée de *Chrysanthemum Myconis* (1), où des lacunes, bordées, comme ici, par un épiderme et englobées dans un parenchyme général, correspondent

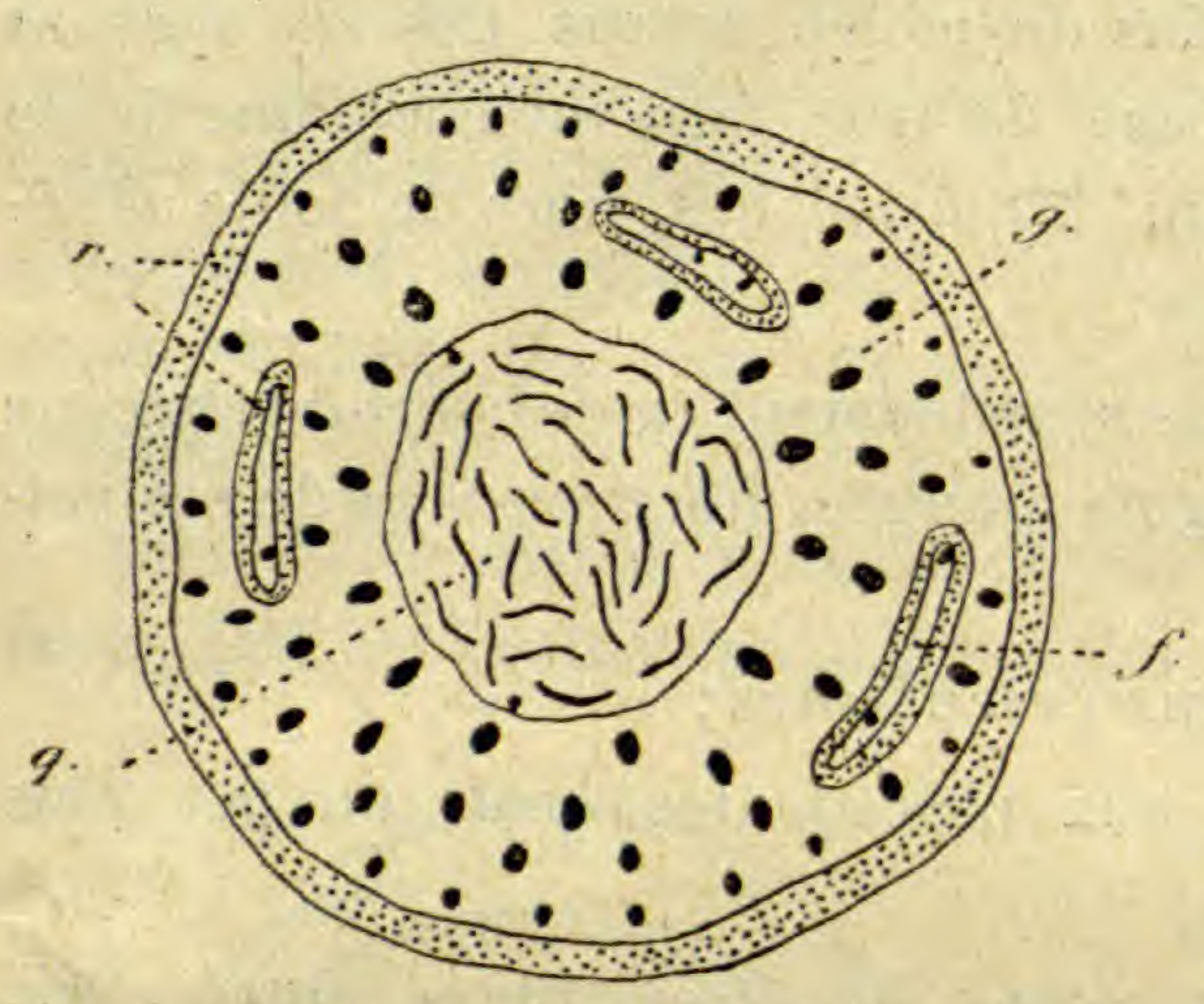


Fig. 2. — Coupe transversale schématique de la région correspondant à l'ovaire de la synanthie : *r*. parenchyme chlorophyllien ; *g*. parenchyme et faisceaux libéro-ligneux ; *f*. fente et quelques ovules ; *q*. cavité centrale et pièces florales.

(1) NICOLAS : Notes de tératologie végétale. Remarques sur les fascies à propos du *Chrysanthemum Myconis*. (*Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, IX, 1918).

à des rameaux restés concrescents. La structure de la région correspondant à l'ovaire se retrouve, avec les ovules en moins, dans le tube qui surmonte celui-ci.

Tout concorde donc pour permettre de considérer la fleur mons-

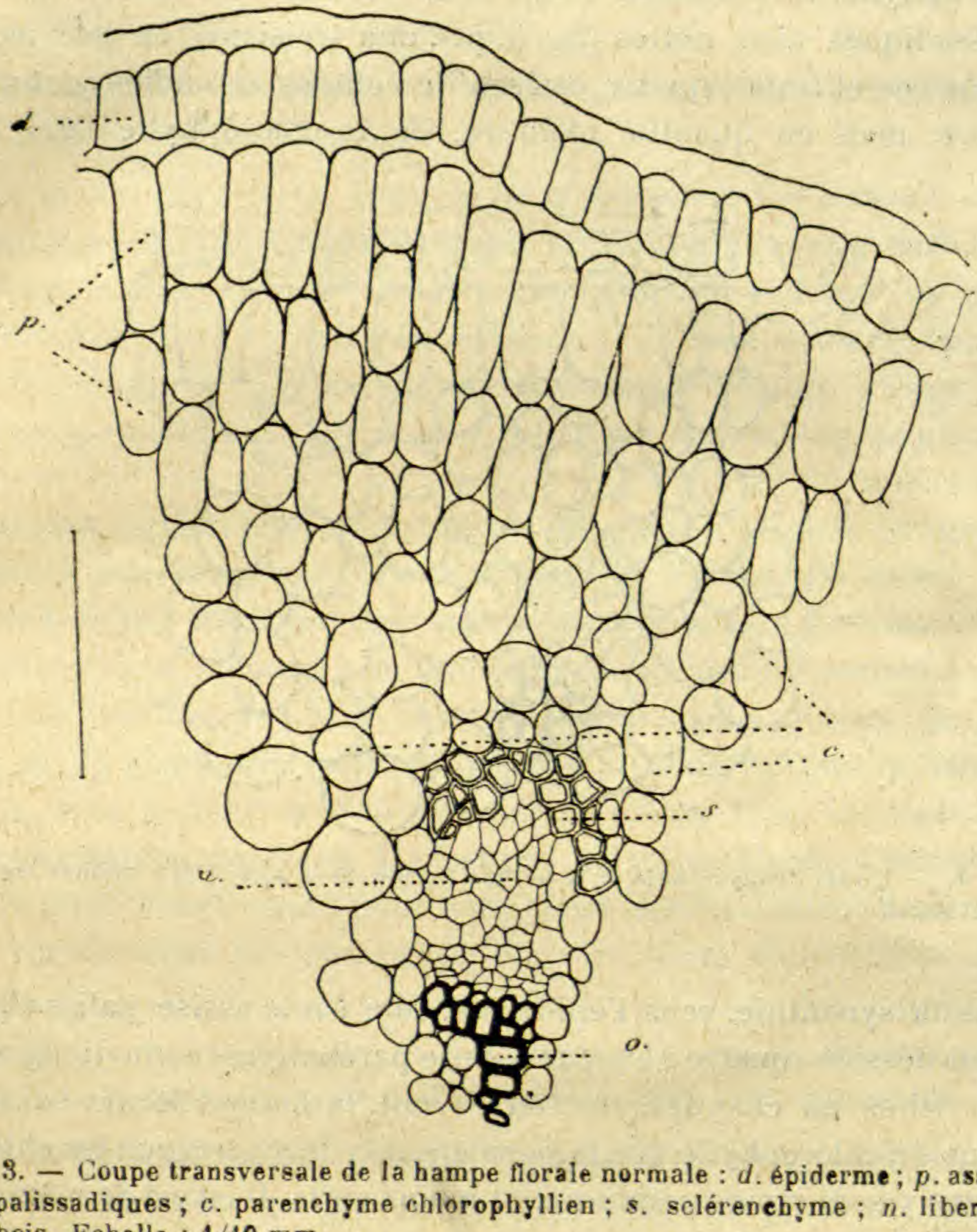


Fig. 3. — Coupe transversale de la hampe florale normale : *d.* épiderme ; *p.* assises palissadiques ; *c.* parenchyme chlorophyllien ; *s.* sclérenchyme ; *n.* liber ; *o.* bois. Echelle : 1/10 mm.

trueuse du *N. Tazetta* comme une synanthie et non pas comme une simple multiplication des organes floraux.

Cette synanthie, déjà très intéressante par sa complexité et la contribution qu'elle fournit à la théorie ligulaire de la couronne des Narcisses, l'est encore bien davantage, à mon avis, relativement à la

cause qui provoque ce type d'anomalies et c'est principalement à ce point de vue que j'ai cru utile de la signaler.

Comparativement à la hampe florale de l'individu normal, celle de la synanthie, moins épaisse, est aussi beaucoup moins riche en chlorophylle. La première comprend, sous l'épiderme, deux assises palissadiques bien nettes (fig. 3, p.), une troisième un peu moins prononcée et trois à quatre assises de cellules arrondies contenant encore, mais en quantité moindre, de la chlorophylle (fig. 3, c.).

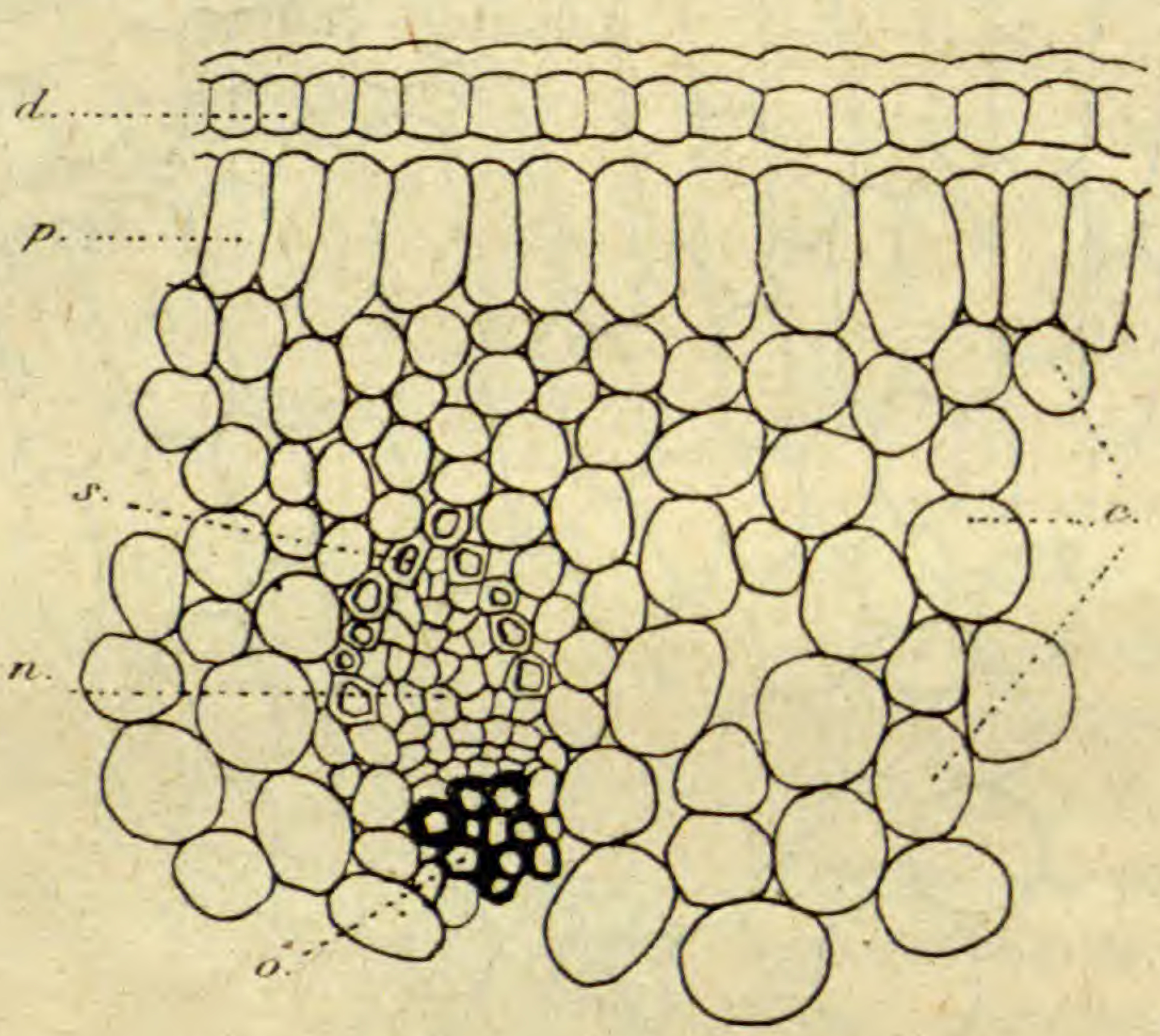


Fig. 4. — Coupe transversale de la hampe florale de la synanthie (mêmes légende et échelle).

Dans la synanthie, sous l'épiderme, une seule assise palissadique et, au-dessous, quatre à cinq assises de parenchyme arrondi (fig. 4, c) peu riches en chlorophylle ; en un mot, la hampe florale contient moins de chlorophylle que la normale, à la fois parceque les chloroplastes y sont moins nombreux et moins verts. Il en est de même du pédoncule floral. Celui-ci, contrairement à la hampe, est plus épais dans la synanthie et renferme, comme l'ovaire qui le surmonte, des faisceaux libéro-ligneux beaucoup plus nombreux ; sa partie centrale médullaire, parenchymateuse, contient un petit faisceau libéro-ligneux dont le bois en forme d'arc tend à entourer le liber ; ce faisceau central n'existe pas dans les pédoncules floraux normaux.

J'ajouterai que les faisceaux libéro-ligneux de la hampe nor-

male contiennent des vaisseaux de bois de plus gros calibre, que leur liber est surmonté de sclérenchyme à parois relativement peu épaisses et que les plus externes, les plus petits, en sont même dépourvus; dans la synanthie, au contraire, le sclérenchyme supralibérien est très net, à parois très épaisses et tous les faisceaux, même les plus petits, en sont munis.

Tels sont les caractères morphologiques qui distinguent l'appareil floral normal de la synanthie.

Parmi ces caractères, il en est un de première importance, c'est le *développement du tissu palissadique* représenté, dans les individus normaux, à la fois par des cellules plus grandes et beaucoup plus nombreuses (deux assises très nettes au lieu d'une seule) et la *plus grande quantité de chlorophylle*. Or, ce sont précisément là deux des caractères que Molliard (1) a constatés dans des feuilles de plantes cultivées sur des solutions nutritives additionnées de différentes substances organiques, notamment de sucres, et qu'il considère comme la conséquence d'une assimilation intense. De même, ne pourrait-on pas attribuer le moindre développement du tissu palissadique et de la chlorophylle dans la synanthie du Narcisse à une nutrition insuffisante? Il ne m'est pas possible de préciser davantage, car la plante anormale, dont je n'ai pu observer que la hampe fleurie, sans feuilles, se trouvait seule au milieu d'une véritable colonie d'individus normaux. Il n'est pas invraisemblable d'admettre que le pied monstrueux, pour une cause indéterminée, mais qui n'est certainement pas une petite blessure toute superficielle que portait le tube surmontant l'ovaire, s'est trouvé dans des conditions de nutrition mauvaises, qui ne lui ont pas permis de dissocier ses bourgeons floraux, qui sont restés concrescents, d'où synanthie.

Il me semble dès lors possible de considérer les synanthies, les syncarpies et même les fascies, et d'une façon plus générale, toutes les monstruosités caractérisées par la non-dissociation et la concrescence des bourgeons, comme provoquées, non pas, ainsi qu'on l'a prétendu souvent, par un excès de nutrition, mais plutôt par une nutrition déficiente. C'était déjà l'idée que j'avais émise, en 1918,

(1) MOLLIARD : Action morphogénique de quelques substances organiques sur les végétaux supérieurs. (*Rev. Gén. de Botanique*, XIX, 1907).

pour expliquer la tendance d'un *Sophora secundiflora* à donner des inflorescences fasciées. Cette hypothèse (1), appuyée sur des faits expérimentaux, ne devrait pas, à mon avis, être perdue de vue désormais dans l'étude de ce groupe d'anomalies.

(Laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Toulouse).

(1) L'observation suivante viendrait à l'appui de cette hypothèse : dans trois haricots sur quatre, cultivés, l'un sur une solution minérale complètement privée d'azote, les deux autres sur la même solution additionnée de faibles doses d'hexaméthylènetétramine, la première feuille trifoliolée avait deux folioles soudées en une seule. Ne peut-on admettre qu'ici aussi la privation d'azote, complète dans le premier cas, partielle dans le deuxième, l'hexaméthylènetétramine, en admettant même qu'elle intervienne comme source d'azote, ne remplace pas entièrement celui de la solution minérale, en un mot une nutrition insuffisante a provoqué la concrescence de certaines folioles ? (*C. R. Soc. Biologie*, à l'impression, 1923.)

CONTRIBUTION

A L'ETUDE DE LA RÉPARTITION DU FER DANS LES PLANTES

par MM. Lucien et Désiré LEROUX

(suite et fin)

Famille des Cupulifères.

CHARME. — *Carpinus Betulus*

Dans un jardin, Le Vésinet (Seine-et-Oise)
Sol siliceux, un peu calcaire

25 Septembre 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Branches	0,52	54,35	1,79	0,014	1,52	0,050
Rameaux	1,28	51,28	3,10	0,048	1,92	0,116
Pétioles	0,78	50,56	3,49	0,095	6,16	0,425
Feuilles	1,63	31,27	3,64	0,128	2,47	0,287

CHARME. — *Carpinus Betulus*

Autre arbre (abattu en Mars 1919), Le Vésinet (Seine-et-Oise)
Tronc : diamètre 12 cm. 3

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Tronc (écorce, aubier, cœur)	0,17	50,93	1,80	0,002	0,81	0,028

Noisetier. — *Corylus Avellana*

Dans un bois, Dangu (Eure)

Sol siliceux, très peu calcaire

11 Août 1919

	Pour 100 de cendres			Pour 100 de matière séchée à l'air		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Branches	0,22	56,47	3,60	0,006	1,58	0,100
Rameaux	0,23	56,03	2.87	0,009	2,40	0,123
Pétioles	0,69	34,46	6.23	0.064	3,23	0,585
Feuilles	0,54	26,93	5,45	0,030	1,50	0,305

Chataignier. — *Castanea vulgaris*

A la lisière d'un bois, près d'un champ de blé

Dangu (Eure)

Sol siliceux, très peu calcaire

11 Août 1919

	Pour 100 de cendres			Pour 100 de matière séchée à l'air		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Branches	0,16	54,94	1,63	0,007	2,57	0,076
Rameaux	0,25	53,16	1,49	0,019	4,17	0,117
Pétioles	0,74	43,84	3,89	0,056	3,34	0,297
Feuilles	0,55	34,28	8,82	0,028	1,75	0,450

Chêne. — *Quercus robur*

Chêne (de 4 à 5 ans)

Dans un bois, Le Vésinet (Seine-et-Oise)

30 Juillet 1919

	Pour 100 de cendres			Pour 100 de matière séchée à l'air		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Racines	0,57	40,90	3,93	—	—	—
Tige	0,34	50,78	1,63	—	—	—

CHÊNE (20 ans). Arbre abattu spécialement pour cette étude.

Dans un jardin, Le Vésinet (Seine-et-Oise)

Sol siliceux, un peu calcaire

16 Septembre 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Racines	0,36	44,59	5,42	0,019	2,36	0,280
Tronc (Ecorce, Aubier, Cœur)	0,42	61,76 ?	1,45	0,010	1,60	0,037
Tronc						
a) Ecorce	0,67	53,29	0,65	0,087	6,98	0,085
b) Aubier	0,25	54,54	1,92	0,003	0,66	0,004
c) Cœur	0,27	42,10	2,13	0,0009	0,14	0,007
Grosses branches	0,65	47.90	1,42	0,024	1,82	0,054
Petites branches	0,70	53,70	2,35	0,031	2,41	0,005
Rameaux (morts) (1)	1,17	46,80	3,10	0,040	1,62	0,107
Rameaux (vivants)	0,84	50,09	3,12	0,036	2,20	0,137
Feuilles (avec pétioles)	1.76	28,26	3,67	0,170	2,74	0,355

CHÊNE. — *Quercus robur*

Dans un jardin, Le Vésinet (Seine-et-Oise)

Sol siliceux, un peu calcaire

23 Novembre 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE FRAÎCHE		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Rameaux	0,73	44,89	4.42	0,017	1,05	0,104
Pétioles	1,73	43,82	2,50	0,070	1,78	0,101
Feuilles (d'automne)	1,64	33,95	3,55	0,088	1,83	0,191

CHÊNE (60 ans)

Autre arbre (abattu en Mars 1919)

Le Vésinet (Seine-et-Oise)

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Tronc						
a) Ecorce	0,20	56,65	0,64	0,026	7,36	0,083
b) Aubier	0,34	43,31	3,31	0,002	0,36	0,027
c) Cœur	0,53	37,42	1,02	0,002	0,17	0,004

(1) Les rameaux morts ont été récoltés sur l'arbre.

Famille des Juglandées.

NOYER. — *Juglans regia*

Dans un jardin, Croissy-s.-Seine (Seine-et-Oise)

29 Juillet 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Rameaux	0,26	50,46	1,82	0,011	2,16	0,078
Feuilles	0,61	23,00	3,70	0,059	2,23	0,358
Fruits, (2 Octobre 1919).						
a) Enveloppes vertes	0,16	7,44	1,01	—	—	—
b) Coquilles	0,26	20,24	1,46	0,002	0,17	0,036
c) Chair et cloisons	0,22	5,66	1,09	0,008	0,20	0,040

Famille des Platanées.

PLATANE. — *Platanus orientalis*

Arbre de 2 à 4 ans dans un bois. Le Vésinet (S.-et-O.)
Sol siliceux, un peu calcaire

28 Juillet 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Racine	0,92	30,50	4,24	0,020	0,67	0,093
Tige	0,27	33,04	4,81	0,003	0,43	0,063
Rameaux	0,55	33,95	3,55	0,010	0,61	0,064
Feuilles	0,99	24,61	9,59	0,052	1,30	0,508

PLATANE. — *Platanus orientalis*

Arbre (de 30 à 40 ans)
Le long d'une route, Le Vésinet (Seine-et-Oise)

2 Août 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Rameaux	0,49	46,75	1,78	0,022	2,15	0,081
Pétioles	0,50	33,50	3,74	0,024	1,60	0,179
Feuilles	0,44	34,71	4,66	0,036	2,84	0,382
Même arbre, le 7 novembre						
Pétioles	0,88	47,50	5,21	0,023	1,28	0,140
Feuilles (d'automne)	0,46	42,27	4,39	0,027	2,56	0,266

Famille des Salicinées.

SAULE. — *Salix alba*

Dans une prairie, sur les bords de l'Epte, Dangu (Eure)
Sol siliceux, calcaire

12 Août 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Branches	0,24	56,61	2,79	0,010	2,36	0,116
Rameaux	0,32	48,75	3,48	0,016	2,43	0,174
Feuilles	0,44	39 47	5,15	0,045	4,07	0,531

PEUPLIER. — *Populus nigra*

Près d'un lac, Le Vésinet (Seine-et-Oise)
Sol siliceux, un peu calcaire

4 Août 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Gros rameaux (pousses)	0,39	44,68	2,97	—	—	—
Petits rameaux	0,30	43,12	2,86	—	—	—
Pétioles	0,15	28,61	2,70	0,011	2,23	0,210
Feuilles	0,27	27,59	2,67	0,025	2,64	0,256

Famille des Ulmacées.

ORME. — *Ulmus campestris*

Sur le bord d'une route
Le Vésinet (Seine-et-Oise)

17 Septembre 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Branches	0,25	59,54	1,75	0,008	2,13	0,062
Rameaux	0,49	49,88	2,48	0,019	1,99	0,099
Pétioles	0,31	35,61	4,98	0,042	4,91	0,687
Feuilles	0,82	28,74	4,68	0,086	3,04	0,496

Famille des Morées.

MÛRIER. — *Morus nigra*

Dans un jardin, Croissy-s.-Seine (Seine-et-Oise)

29 Juillet 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Branches	0,40	39,80	2,98	0,011	1,11	0,083
Rameaux	0,49	40,00	3,54	0,018	1,52	0,134
Feuilles	0,42	19,93	4,00	0,039	1,87	0,376
Fruits	0,43	16,55	4,71	0,004	0,15	0,044

Famille des Buxinées.

BUIS NAIN. — *Buxus sempervirens nana*

Bordure de massif. Dans un jardin, Dangu (Eure)

13 Août 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Racines	1,59	16,00	1,39	0,046	0,46	0,040
Tiges	0,93	23,76	3,22	0,023	0,59	0,080
Feuilles (et pétioles)	0,48	31,92	4,25	0,036	2,42	0,323

Famille des Bignoniacées.

CATALPA. — *Catalpa syringæfolia*

Sur une pelouse, près d'un lac, Le Vésinet (Seine-et-Oise)
Sol siliceux, un peu calcaire

31 Août 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Rameaux	0,84	37,46	3,85	0,011	0,52	0,053
Pétioles	1,19	44,08	3,50	0,031	1,15	0,092
Feuilles	0,46	44,38	6,68	0,025	2,44	0,367
Fruits	0,68	10,40	5,07	0,012	0,19	0,096

Famille des Oléacées.

FRÊNE. — *Fraxinus excelsior*

Sol inculte, près d'un four à chaux, Dangu (Eure)
Sol essentiellement composé de calcaire

12 Août 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Branches	0,18	37,08	3,29	0,004	0,85	0,075
Pétioles	0,25	—	—	0,015	—	—
Feuilles	0,15	40,02	4,34	0,021	5,72	0,620

FRÊNE. — *Fraxinus excelsior*

Jeune arbre, à côté du précédent
Sol inculte, près d'un four à chaux, Dangu (Eure)
Sol essentiellement composé de calcaire

12 Août 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Racine	0,49	41,77	3,49	0,026	2,25	0,188
Tige	0,53	36,58	4,41	0,012	0,84	0,101
Pétioles	0,71	24,36	6,59	0,019	0,65	0,177
Feuilles	0,27	42,20	7,00	0,035	5,57	0,924

LILAS. — *Syringa vulgaris*, var. *violacea*

Dans un jardin, Le Vésinet (Seine-et-Oise)
Sol siliceux, un peu calcaire

10 Mai 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Branches	0,85	24,07	4,78	0,013	0,38	0,076
Petits rameaux et pétioles	0,28	14,94	2,79	0,015	0,80	0,150
Grandes feuilles	0,62	19,45	3,83	0,039	1,24	0,245
Petites feuilles	0,78	21,59	5,63	0,039	1,07	0,281
Fleurs	0,58	8,99	3,80	0,040	0,62	0,266

Famille des Caprifoliacées.

SUREAU. — *Sambucus nigra*

Sur le bord d'un chemin, parmi les ronces et les plantes sauvages
Dangu (Eure)
Sol essentiellement composé de calcaire

12 Août 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Rameaux	0,29	45,46	7,09	0,013	2,06	0,321
Feuilles (avec pétioles)	0,36	48,47	10,91	0,044	5,95	1,339
Fruits (baies)	0,40	21,75	8,69	0,018	1,00	0,399

Famille des Araliacées.

LIERRE COMMUN. — *Hedera Helix*

Rampant sur le sol, près l'Etoile du Mail
Forêt de Saint-Germain-en-Laye (Seine-et-Oise)

23 Août 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Racines et tiges rampantes	1,53	16,54	3,77	0,119	1,29	0,294
Pétioles	0,46	24,22	4,85	0,047	2,51	0,504
Feuilles	0,72	31,12	8,20	0,068	2,95	0,779

Famille des Rosacées.

COGNASSIER. — *Cydonia vulgaris*

Dans une prairie. Dangu (Eure)
Sol siliceux, calcaire

12 Août 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Gros rameaux	0,10	47,61	3,32	0,003	1,75	0,122
Petits rameaux verts	0,25	46,10	4,10	0,017	3,18	0,282
Feuilles	0,20	39,05	7,18	0,018	3,67	0,674
Fruits (15 jours avant maturité)	0,35	7,61	4,59	0,008	0,19	0,117

POIRIER. — *Pirus communis*, var. Beurré gris

Dans un jardin. Dangu (Eure)

12 Août 1919

	Pour 100 de cendres			Pour 100 de matière séchée à l'air		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Rameaux	0,18	50,38	—	0,009	2,56	—
Pétioles	0,37	30,05	2,26	0,026	2,16	0,162
Feuilles	0,51	27,46	5,38	0,039	2,13	0,418
Fruits avant maturité (fruits entiers)	0,24	5,33	3,79	0,004	0,10	0,072
Fruits à maturité, 15 Septembre 1919						
Epicarpe	0,32	11,30	6,25			
Chair et pépins	0,33	2,92	1,88			

POMMIER. — *Malus communis*, var. Reinette grise

Dans un jardin. Dangu (Eure)

12 Août 1919

	Pour 100 de cendres			Pour 100 de matière séchée à l'air		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Branches	0,29	43,01	2,75	0,004	0.73	0,046
Rameaux	0,30	45,68	2,43	0,008	1,27	0,068
Pétioles	0,38	26,83	3,47	0,044	3,16	0,409
Feuilles	0,42	26,46	4,49	0.034	2,16	0,368
Fruits avant maturité						
Epicarpe	0,91	6,23	4,45	0,011	0,08	0,057
Le reste du fruit (chair et pépin)	0,41	2,82	2,72	0,001	0,01	0,011

POMMIER. — *Malus communis*, var. Pommier vert

Dans un jardin, Dangu (Eure)

12 Août 1919

	Pour 100 de cendres			Pour 100 de matière séchée à l'air		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Rameaux	0,27	47,44	1,21	0,008	1,47	0,037
Pétioles	0,72	34,78	3,93	0,068	3,30	0,373
Feuilles	0,56	25,72	2,69	0,039	1,82	0,190
Fruits avant maturité						
Epicarpe	0,95	5,42	5,85	0,011	0,06	0,070
Le reste du fruit (chair et pépin)	0,29	3,57	3,38	0,0008	0,01	0,010

PRUNELLIER. — *Prunus spinosa*

Parmi les ronces, sur le chemin allant au four à chaux
Dangu (Eure)
Sol essentiellemennt composé de calcaire

12 Août 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Branches	0,25	48,51	2,73	0,005	1,10	0,061
Rameaux	0,27	49,82	2,44	0,011	2,07	0,101
Pétioles	0,79	44,29	1,45	0,182	10,21	0,334
Feuilles (avec pétioles)	0,34	33,33	3,74	0,054	5,36	0,602
Feuilles (sans pétioles)	0,30	29,06	3,58	0,049	4,82	0,594
Fruits	—	—	—	—	—	—

LAURIER-CERISE. — *Laurocerasus vulgaris*

Sur une pelouse, près d'un lac
Le Vésinet (Seine-et-Oise)
Sol siliceux, un peu calcaire

4 Août 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Branches	0,69	38,35	1,76	0,015	0,86	0,039
Jeunes Rameaux	0,26	38,75	1,87	0,013	2,03	0,098
Feuilles	0,24	34,05	4,93	0,017	2,53	0,367

Famille des Légumineuses, tribu des Lotées.

ROBINIER (30 ans environ). — *Robinia pseudo-acacia*

Sur le bord d'une route. Le Vésinet (Seine-et-Oise)
Sol siliceux, un peu calcaire

4 Août 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Rameaux	0,31	—	3,94	0,011	—	0,141
Feuilles	0,37	43,23	4,00	0,030	3,58	0,332

ROBINIER. — *Robinia pseudo-acacia*

Arbre de 2 ans environ, dans un jardin. Le Vésinet (S.-et-O.)
Sol siliceux, un peu calcaire 28 Juillet 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Racine	0,77	15,09	3,04	0,011	0,22	0,046
Tige	0,59	24,22	3,34	0,008	0,36	0,050
Rameaux	0,23	24,40	4,16	0,005	0,54	0,093
Feuilles	0,48	26,47	2,82	0,032	1,77	0,188

Famille des Simaroubées.

AILANTE. — *Ailantus glandulosa*

Sur le bord d'une route. Le Vésinet (Seine-et-Oise)
6 Septembre 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Rameaux	0,37	46,40	6,01	0,011	1,39	0,180
Pétioles	0,63	43,55	6,06	0,040	2,83	0,393
Feuilles	0,47	50,01	4,12	0,072	7,70	0,634

Famille des Ampélidées.

VIGNE-VIERGE. — *Ampelopsis quinquefolia*

Sur les murs d'une vieille maison. Dangu (Eure)
13 Août 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Rameaux	0,14	24,60	1,30	0,006	1,07	0,056
Pétioles	0,22	14,74	1,29	0,027	1,87	0,163
Feuilles	0,73	32,89	2,16	0,085	3,84	0,252
Fruits	0,25	21,46	3,95	0,023	1,99	0,366

VIGNE. — *Vitis vinifera*

Treille, le long d'un mur. Dangu (Eure)
13 Août 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Pétioles	0,32	24,86	3,47	0,017	1,37	0,191
Feuilles	0,36	26,57	2,96	0,027	1,99	0,222

	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Fruits (grains de raisin seuls avant maturité)	0,35	14,16	3,90	0.003	0,14	0.040
Grappe (sans les grains)	0,98	16,64	3,89	0.042	0,72	0,169

Famille des Hippocastanées.

MARRONNIER, fleurs blanches. — *Æsculus Hippocastanum*

Dans un jardin. Le Vésinet (Seine-et-Oise)

Sol siliceux, un peu calcaire

15 Mai 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Pétioles	0,32	13,70	1,14	—	—	—
Petites feuilles	0,70	19,01	6,44	0,053	1,44	0,489
Grandes feuilles	0,60	17,21	6,35	0,046	1,32	0,488
Fleurs	0,88	8,13	3,62	0,065	0,60	0,267
Même arbre, le 18 Août 1919						
Gros rameaux	0,50	49,45	0,96	0,015	1,53	0,029
Rameaux	0,46	49,26	0,28	0,013	1,42	0,008
Pétioles	0,17	37,93	1,12	0,017	3,79	0,112
Feuilles	1,23	27,61	6,37	0,044	1,00	0,253
Gousses des fruits	0,21	9,13	1,90	0,008	0,37	0,077
Fruits (sans enveloppes vertes)	0,21	6,02	5,51	0,004	0,12	0,112
Même arbre, le 26 Octobre 1919						
Pétioles	0,45	44,84	3,24	0,010	1,08	0,078
Feuilles (d'automne)	1,26	32,94	5,76	0,038	0,98	0,174

MARRONNIER, fleurs rouges. — *Æsculus Hippocastanum*

Dans un jardin. Le Vésinet (Seine-et-Oise)

Sol siliceux, un peu calcaire

13 Avril 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Rameaux	0,38	—	—	0,028	—	—
Feuilles	0,32	5,91	4,75	0,021	0,39	0,313
Fleurs	0,35	4,78	5,26	0,031	0,43	0,473

	Même arbre, le 4 Mai 1919					
Pétioles	0,32	13,38	2,05	—	—	—
Feuilles	0,43	20,57	5,03	0,036	1,76	0,432
Fleurs	0,92	13,68	4,00	0,166	2,47	0,724
	Même arbre, le 18 Mai 1919					
Rameaux	0,34	38,25	2,11	0,024	2,79	0,154
Pétioles	0,28	17,86	2,96	—	—	—
Feuilles	0,66	22,93	8,74	0,047	1,65	0,629
Fleurs	0,56	15,12	3,64	—	—	—

MARRONNIER. — *Æsculus Hippocastanum*

Petit arbre (de 2 à 3 ans)

Dans un terrain inculte. Le Vésinet (Seine-et-Oise)

Sol siliceux, un peu calcaire

28 Juillet 1919

	POUR 100 DE CENDRES			POUR 100 DE MATIÈRE SÉCHÉE A L'AIR		
	Fe	CaO	MgO	Fe	CaO	MgO
Racine	0,72	28,33	3,49	0,014	0,58	0,072
Tige	0,47	44,30	1,58	0,010	1,00	0,035
Pétioles	1,69	33,11	5,63	0,116	2,27	0,386
Feuilles	2,02	31,42	7,97	0,127	1,97	0,502

⁂

On peut tirer des chiffres ci-dessus diverses conclusions, que nous ne donnons pas comme révélant des faits entièrement nouveaux, mais qui complètent peut-être utilement ce qu'on savait sur le sujet.

1° Le fer représente toujours une faible proportion de la matière minérale des plantes dans leurs différents organes ; cette proportion, dans nos 246 analyses, n'a dépassé nettement qu'une seule fois 2 °/₀ pour atteindre 2,97 °/₀.

2° La proportion de fer dans les cendres s'est montrée très variable ; elle a oscillé entre 0,10 et 2,97, c'est-à-dire a varié sensiblement dans le rapport de 1 à 30 (ce qui a correspondu, par rapport à la matière sèche, à une variation de 0,003 °/₀ à 0,076 °/₀, soit de 1 à 25).

3° Le fer est inégalement réparti dans les divers organes des plantes. Chez les plantes herbacées, les cendres des racines et, le plus souvent, celles des fleurs ont été trouvées particulièrement pourvues de fer (tandis que celles des feuilles ont été les plus riches en chaux et celles des organes de soutien les plus riches en magnésie).

Chez les plantes arborescentes, ce sont régulièrement les cendres des feuilles qui renferment le plus de fer (celles des organes de soutien étant d'ailleurs les plus riches en chaux et celles des fruits particulièrement riches en magnésie).

Conifères. Dans cette famille, on peut remarquer la grande richesse relative en fer des cendres des rameaux définis comme plus haut.

D'autres conclusions d'un ordre moins général résultent de l'examen de nos résultats. On les formulera (variations avec l'âge pour certaines plantes (1), variations dans les différentes zônes du tronc pour d'autres plantes, etc...) en envisageant les chiffres aux divers points de vue auxquels on trouvera intéressant de se placer.

(1) On peut constater plus haut le fait connu de l'accroissement avec l'âge des principes moins précieux dans les organes caducs; exemples : 1° Chaux pour 100 de cendres dans les feuilles d'un Marronnier à fleurs blanches; 15 mai, 17,2; 18 août, 27,6; 26 octobre, 32,9.

2° Même substance dans les feuilles d'un Marronnier à fleurs rouges, 13 avril, 5,9; 4 mai, 20,6; 18 mai, 22,9.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DE

LA MORPHOLOGIE, DE L'ANATOMIE COMPARÉE, DE LA PHYTOGÉNIE ET DE LA BIOGÉOGRAPHIE

DES

CASUARINACÉES

par M. Jacob de CORDEMOY

INTRODUCTION

De nombreux et importants travaux ont été consacrés à cette petite famille des Casuarinacées, réduite, on le sait, au seul genre *Casuarina*. Végétaux d'aspect assez singulier, les *Casuarina*, qui sont souvent des arbres, parfois des arbustes ou des arbrisseaux, ont invariablement été comparés, à cause de leur apparence aphylle, de leurs rameaux verticillés et articulés, à des Prêles ligneuses, plus ou moins arborescentes. Cependant dans les multiples recherches qui, depuis plus d'un siècle, ont eu pour objet la morphologie et l'organisation anatomique des plantes de ce groupe, les botanistes, négligeant ces analogies avec les Prêles, se sont attachés tout particulièrement à établir les affinités qu'elles peuvent offrir avec les autres familles d'Apétales, parmi lesquelles on les classe communément, bien qu'elles en diffèrent étrangement par leurs caractères extérieurs, tandis que d'autres ont songé à les rapprocher des Gymnospermes.

Il ne me semble pas superflu néanmoins de revenir sur un tel sujet, bien qu'il ait été envisagé tant de fois et presque sur toutes ses faces. C'est tout à fait incidemment que j'ai été amené à m'occuper des Casuarinacées ; il s'agissait simplement de rechercher s'il était

possible, comme l'ont admis certains auteurs, d'utiliser les caractères anatomiques, concurremment avec les données fournies par l'organographie, pour la détermination de certaines espèces du genre *Casuarina* qui se rapprochent les unes des autres à un tel point que leur diagnose est fort malaisée. J'ai pu me convaincre alors que l'histoire de ce petit groupe végétal n'était pas aussi avancée qu'on aurait pu le croire d'après la liste imposante des travaux le concernant ; que, malgré le nombre considérable, sans doute, de faits accumulés, il y avait, dans nos connaissances sur l'organisation et la biologie des Casuarinacées, de sérieuses lacunes, bien des incertitudes et beaucoup de notions contradictoires. En somme, avec l'aide de tant de documents, on se trouvait fort embarrassé d'interpréter quelque peu exactement la structure de ces plantes, telle qu'elle se présentait à l'observation, et aussi de se faire une conception satisfaisante des relations que les Casuarinacées peuvent avoir avec les autres groupes végétaux.

Il est à remarquer, en effet, que les anatomistes qui ont pris les *Casuarina* pour objet de leurs investigations, se sont très peu préoccupés de l'organisation proprement dite, de l'anatomie générale de ces plantes ; ils se sont efforcés le plus souvent d'élucider certains points particuliers de structure, parfois même des détails purement histologiques.

Plusieurs auteurs se sont proposé de rechercher les affinités des Casuarinacées avec les autres familles de l'ordre des Apétales, ou même avec les Gymnospermes, notamment avec les Gnétacées parmi lesquelles le genre *Ephedra*, par son aphyllie, parut pouvoir être rapproché des *Casuarina*. Dans cette voie, les uns ont pris comme base de leurs recherches l'organisation florale comparée ; d'autres ont encore fait appel à l'histologie, particulièrement à l'étude patiente et minutieuse des formations secondaires libéro-ligneuses. Il faut bien reconnaître que tous ces efforts, méritoires sans doute, n'ont pas abouti à des conclusions positives.

Dans ce même ordre d'idées, d'ailleurs, à savoir les rapports qui peuvent exister entre les Casuarinacées et les autres groupes végétaux, si la question des affinités, soit avec les Apétales, soit avec les Gymnospermes a été fréquemment traitée, il en est une autre qui, je crois, aurait dû attirer l'attention des anatomistes : c'est la question de phylogénie. Mais aucun des botanistes qui, jusqu'à

présent, se sont occupés de l'anatomie des Casuarinacées ne semble s'être rendu compte que toutes les données fournies par l'étude attentive de la structure générale des organes végétatifs de ces plantes viennent à l'appui des vues formulées par Treub [**24**] comme conclusion de son beau travail sur le développement et la constitution de la fleur des *Casuarina*. Il nous faudra revenir longuement sur ce travail et les faits importants qu'il renferme ; qu'il nous suffise de rappeler seulement ici que les particularités du développement et de la structure du nucelle sont de telle nature, chez les Casuarinacées, que les plantes de ce groupe, pour le savant botaniste hollandais, « non seulement occupent. parmi les Angiospermes, une place tout à fait à part, mais aussi qu'elles ont un rang inférieur », et que, bien plus encore, les caractères de ce nucelle, avec ses « macrospores » font « plutôt penser à des Cryptogames vasculaires qu'à des Gymnospermes » Or, le but principal du présent travail est précisément de mettre en évidence, par l'anatomie comparée, les nombreuses analogies de structure qui se peuvent constater entre les organes végétatifs des *Casuarina* et ceux des Prêles, plantes avec lesquelles les observateurs les moins avertis leur ont toujours reconnu quelque ressemblance extérieure. Au point de vue phylogénétique, notre étude anatomique prendra toute sa valeur surtout de ce que les conclusions auxquelles nous serons conduit se trouveront en parfaite concordance avec les données fournies par l'organogénie florale et aussi avec certaines considérations tirées de la paléobotanique.

Dès lors, le plan général de notre travail se dégage aisément de ce qui précède.

Après un court *historique*, nous nous attacherons à faire une étude détaillée de la *structure primaire* des organes végétatifs aériens des *Casuarina*. Cette structure est si particulière, surtout celle de la feuille, que nous nous efforcerons d'en donner une définition précise. Après quoi, il nous sera possible de comparer entre elles la tige ramifiée primaire des *Casuarina* et celle des *Equisetum*, en montrant les remarquables analogies qu'une telle comparaison permet de découvrir.

En second lieu, la *structure secondaire* de la tige des *Casuarina* devra nous arrêter quelque peu, car les caractères du bois, chez ces plantes, sont intéressants au point de vue de leurs affinités et de

leurs relations phylogénétiques ; de plus, les formations péridermiques méritaient un nouvel examen, en raison des controverses auxquelles elles ont donné lieu.

Dans une troisième partie, nous avons réuni les données qui nous ont paru pouvoir jeter quelque lumière sur la *phylogénie* des Casuarinacées : les unes nous sont fournies par l'anatomie ; les autres peuvent être tirées soit de l'organogénie florale, soit de la paléophytologie.

Enfin nous terminons par quelques indications sur la *biogéographie* des Casuarinacées, c'est-à-dire l'ensemble des faits concernant : le centre de formation et l'habitat de ce groupe, l'œcologie et l'aire de dispersion des espèces.

HISTORIQUE

Après les premières notions sur la structure des *Casuarina*, que l'on doit à Kieser (1812), Göppert (1841), Sanio (1863), parut l'important ouvrage de E. Lœw (1865) sur l'anatomie de la tige et des feuilles de ces végétaux ; mais l'analyse en a été si souvent faite qu'il suffit de rappeler rapidement les principaux résultats obtenus par cet auteur et qui sont réellement intéressants. Lœw, en effet, montra le premier qu'il y a dans un rameau de *Casuarina* deux organes intimement unis et soudés, mais qu'il importe de distinguer : la tige et les feuilles ; et ce sont les feuilles concrescentes à la tige qu'il propose d'appeler *phyllichnies*, terme que, pour ma part, je crois utile de conserver, à condition de le définir avec précision. A ces phyllichnies sont dévolues à peu près exclusivement les fonctions chlorophylliennes de la plante, car elles sont pourvues d'un abondant tissu en palissade. Les côtes longitudinales saillantes qu'offrent à leur surface les entre-nœuds des jeunes rameaux de *Casuarina* et que séparent des sillons plus ou moins profonds, représentent donc anatomiquement et physiologiquement des feuilles ; celles-ci sont soudées à l'axe caulinaire, mais non pas unies par leurs bords, puisque des sillons les séparent. En outre, Lœw a tenté de grouper en six sections les espèces de *Casuarina* qu'il a pu étudier, d'après le nombre, la forme, et certaines dispositions anatomiques des phyllichnies. Mais un tel classement n'a pu être maintenu, car les phyllichnies sont des organes

foliaires, par conséquent très sensibles aux influences de milieu, et leurs caractères sont très variables dans une seule et même espèce ; et c'est ainsi que l'auteur a été amené à placer dans des sections différentes des formes qui, depuis, ont été reconnues comme n'offrant entre elles aucune distinction spécifique.

En 1874, J. Poisson [**22**], dans son Mémoire sur les *Casuarina*, donne une analyse étendue du travail de Lœw, dont il partage entièrement la manière de voir sur la constitution anatomique des rameaux de ces plantes. Ayant pu examiner des formes nouvelles de Casuarinacées, il reconnaît dans ce groupe deux types morphologiques : le type australien et le type néo-calédonien. Au premier, il rapporte les espèces australiennes, les plus nombreuses du genre, dont les principaux caractères sont : rameaux cylindriques, phyllichnies généralement au nombre de plus de quatre, sillons qui séparent celles-ci, étroits et profonds, insertion au fond de ces sillons de poils simples ou rameux, plus ou moins saillants au dehors, et présence, sur leurs faces latérales, de rangées de stomates pour lesquels les poils « rempliraient un rôle protecteur » ; c'est la section des *Cylindricæ* ou *Cryptostomæ*. Quant au type néo-calédonien, il ne comprend qu'un petit nombre d'espèces appartenant à l'Archipel asiatique et surtout à la Nouvelle-Calédonie, et dont les caractères distinctifs sont : rameaux toujours tétragones, car les phyllichnies sont constamment au nombre de quatre ; entre celles-ci, pas de sillons proprement dits, mais de simples dépressions plus ou moins marquées ; des stomates situés sur les bords des dépressions et s'ouvrant librement au dehors : c'est la section des *Tétragonæ* ou *Gymnostomæ*.

Dans une Note, parue en 1886, Lecomte [**15**] confirme, à son tour, les vues de Lœw sur l'organisation anatomique des *Casuarina* ; mais il lui paraît inutile de conserver le terme de *phyllichnies* adopté par cet auteur pour désigner des feuilles qui ne sont que « longuement décurrentes ». Je pense au contraire que, mieux définie, la phyllichnie est une forme foliaire qui doit être désignée par un nom particulier. Quoi qu'il en soit, ce travail de Lecomte résume très clairement la question de la structure des organes végétatifs des *Casuarina*, telle qu'on pouvait la concevoir à l'époque où il fut publié.

Pendant l'année 1894, d'importantes recherches sur les

Casuarinacées ont été exposées dans deux Mémoires : l'un est de F. Morini [**19**] ; l'autre, de L. A. Boodle et W. C. Worsdell [**4**].

Dans ce premier travail, Morini décrit la structure anatomique d'un certain nombre d'espèces de *Casuarina* à rameaux cylindriques, par conséquent du type australien de Poisson, particulièrement : *C. quadrivalvis* Labill., *C. suberosa* Ott. et Diétr., *C. equisetifolia* Forst. Les patientes recherches anatomiques ou histologiques auxquelles s'est livré cet observateur n'ont eu, semble-t-il, pour seul but que de tracer ce qu'il appelle le « schéma général de la structure du type australien du genre *Casuarina* » : c'est une sorte d'exposé synthétique comprenant l'énumération des différents « systèmes anatomo-physiologiques » des organes végétatifs : système tégumentaire, système assimilateur, système conducteur, système mécanique, etc. Pleine de détails minutieux, accompagnée de cinq belles planches, cette consciencieuse étude n'est malheureusement que purement descriptive et ne donne aucune idée satisfaisante de la véritable organisation de l'appareil végétatif aérien des Casuarinacées.

Boodle et Worsdell n'ont aussi étudié que des espèces du type australien : *C. glauca* Sieb., *C. stricta* Ait., *C. tenuissima* Sieb., *C. suberosa* Ott. et Dietr. Leurs recherches paraissent avoir eu surtout pour objet de discuter les conclusions de Treub [**24**] sur la position des Casuarinacées en systématique. Aussi se sont-ils préoccupés avant tout des caractères d'affinités, qui peuvent exister entre ces plantes et les Gnétacées, parmi les Gymnospermes, ou les Apétales, telles que les Cupulifères, parmi les Angiospermes. Ces caractères d'affinités, ils ont cru pouvoir les découvrir dans l'histologie comparée de tout le système conducteur, bois et liber de la tige. Ce sont encore des détails histologiques qui abondent ici. Pour ce qui est de l'organisation anatomique du rameau primaire des *Casuarina*, ces observateurs considèrent assez vaguement celui-ci comme pourvu de côtes proéminentes (*ridges*), séparées par des sillons (*furrows*), et ils parlent constamment des faisceaux corticaux (*cortical bundles*) qui sont opposés aux côtes, lesquelles possèdent, en outre, du tissu en palissade. On peut même se demander si, pour les auteurs anglais, les côtes saillantes sont bien réellement de nature foliaire, comme l'avaient admis tous les botanistes depuis Lœw, ou bien s'ils ne considèrent pas comme

feuilles seulement les dents des gaines qui s'insèrent aux nœuds, car ils disent (p. 237) : « Chaque dent de la gaine foliaire se continue vers le bas en une côte proéminente qui s'étend jusqu'au prochain nœud inférieur. Cette disposition est regardée par divers auteurs comme étant une feuille adhérente à laquelle Lœw donne le nom spécial de « phyllichnium », tandis que Lecomte préfère lui conserver simplement le nom de « feuille ». En tout cas, on voit par cela même qu'un point essentiel de l'organisation des *Casuarina* ne semblait pas alors positivement établi.

Cependant Boodle et Worsdell ont mis en évidence deux faits anatomiques importants : c'est d'abord la présence d'une assise cellulaire distincte, qu'ils ont appelée un « endoderme externe » et qui, au niveau de la côte saillante, sépare le tissu en palissade du « faisceau cortical » correspondant ; et, en second lieu, c'est l'existence, sur chacun des côtés des faisceaux corticaux, d'un groupe de grandes cellules à membrane épaisse et ponctuée : ce sont évidemment des cellules vasculaires, des éléments conducteurs qu'on peut considérer comme des trachéides. « Ces éléments, qui constituent certainement un *tissu de transfusion*, disent ces auteurs, relient le bois du faisceau au tissu en palissade ». Mais les botanistes anglais se sont bornés à décrire ces dispositions anatomiques, sans en discerner tout l'intérêt au point de vue de l'histoire biologique des *Casuarina*.

Notons encore que les observateurs précédents ont tous signalé le périderme qui exfolie les « côtes saillantes », quand s'établit la structure secondaire de la tige ; mais ils sont loin d'avoir assigné à ces formations subéreuses le rôle véritable qui leur revient, en raison de la structure si particulière de l'axe feuillé des Casuarinacées.

En 1895, Morini [**20**], complétant ses premières recherches, publia un Mémoire consacré à l'étude des Casuarinacées du type tétragone. La méthode suivie est la même que dans son travail antérieur ; les résultats obtenus montrent d'ailleurs que le plan général d'organisation anatomique diffère très peu dans les espèces de *Casuarina* appartenant aux deux types australien et néo-calédonien. Cela ne peut être surprenant, car, ainsi que nous le verrons, les formes du second type dérivent manifestement, par

voie d'adaptation à des conditions de milieu différentes, des formes australiennes qui constituent le type primitif.

Il faut ajouter que l'on doit à Morini une large contribution à l'étude des Casuarinacées, puisque, en outre de ses recherches sur les organes végétatifs aériens de ces plantes, il en a fait connaître la racine [**21**], ainsi que le fruit et l'embryon [**18**].

Je n'ai mentionné dans cet aperçu historique que des travaux consacrés exclusivement aux Casuarinacées. Mais nombreux sont les botanistes qui, traitant de sujet variés, ont eu l'occasion d'étudier incidemment des plantes de ce groupe ; nous les citerons, en place convenable, au cours de notre exposé.

Pour le but que je me suis proposé dans le présent travail, il m'a suffi de disposer d'un certain nombre d'espèces de *Casuarina* du type australien, à rameaux cylindriques, et de provenances diverses. Ce sont : *C. equisetifolia* Forst., dont les échantillons provenaient, les uns de la côte ouest de Madagascar et les autres du Jardin botanique de Marseille ; *C. Cunninghamiana* Miq. de ces deux mêmes provenances, avec, en outre, un spécimen déterminé par Maiden et issu des collections du Jardin botanique de Sydney ; *C. distyla* Vent. var. *paludosa* Benth et F. v. M. *(C. paludosa* Sieb.), de la collection J. L. Boorman, du même jardin australien ; *C. torulosa* Ait. *(C. tenuissima* Sieb.), cultivé au Jardin de la Villa Thuret à Antibes ; *C. stricta* Ait. *(C. quadrivalvis* Labill).

Toutes ces formes australiennes représentent le type primitif du genre *Casuarina* ; et leur structure assez uniforme traduit le plan d'organisation de tout le groupe.

I. — MORPHOLOGIE ET ANATOMIE DE LA TIGE ET DE LA FEUILLE

§ 1. Morphologie et structure du rameau primaire.

On sait qu'un rameau jeune de *Casuarina*, généralement grêle et de coloration verte, se compose d'une série d'entre-nœuds, qui sont comme articulés aux nœuds un peu renflés qui les séparent. A chacun des nœuds se trouve (fig. 1) un verticille de feuilles très petites, triangulaires, soudées à leur base en une gaine qui entoure elle-même la base de l'entre-nœud immédiatement supérieur. Ces feuilles écail-

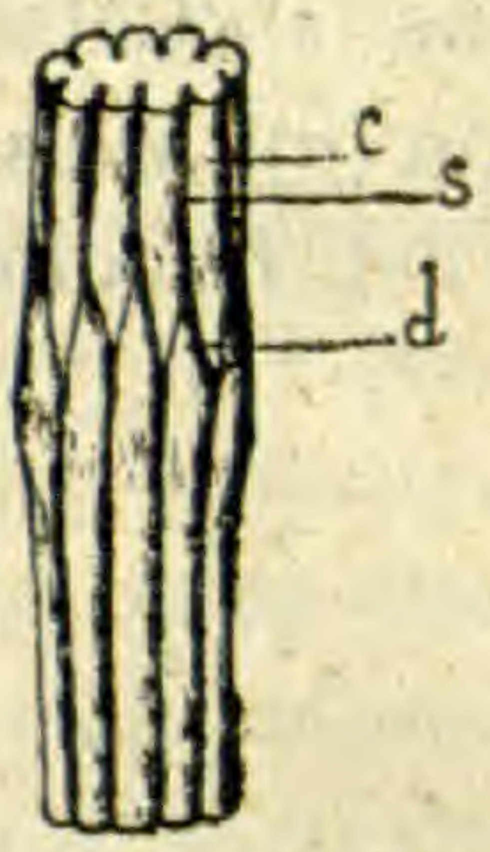


Fig. 1.— Aspect extérieur du rameau jeune de *Casuarina equisetifolia*, avec ses nœuds et ses entre-nœuds ; *c*, côtes longitudinales et *s*, sillon longitudinaux de l'entre-nœud ; *d*, dents de la gaine foliaire insérée au nœud.

leuses, dont le nombre, à chaque verticille, dans les espèces du type australien, peut varier depuis 4 (*C. torulosa)* jusqu'à 20 *(C. equisetifolia*) forment les dents des gaines insérées aux nœuds. Chaque dent (*d*) est superposée à une côte saillante qui se prolonge sur toute la longueur de l'entre-nœud inférieur. Les côtes (*c*) sont séparées par des sillons profonds, mais étroits *(s)*. Au fond de ces sillons sont insérés des poils qui, d'ordinaire dressés, font saillie au delà des bords anguleux de ces dépressions ; il en est ainsi notamment dans les jeunes rameaux fraîchement récoltés de *C. equisetifolia* et de *C. stricta*, où l'on voit des lignes longitudinales de poils alternant avec les côtes saillantes.

De plus, comme les côtes longitudinales alternent d'un entre-nœud au suivant, les dents foliaires qui leur correspondent sont aussi en alternance dans les gaines des nœuds successifs.

Morphologiquement, on le voit, s'observent déjà des analogies entre le jeune rameau de *Casuarina* et la tige des *Equisetum*.

L'anatomie va nous permettre de démontrer aisément que les côtes saillantes qui parcourent longitudinalement un entre-nœud quelconque de ce rameau de *Casuarina* ne sont pas autre chose que des feuilles très étroites, mais épaisses, qui, dans presque toute leur longueur sont concrescentes à l'axe caulinaire et n'ont que leurs pointes apicales libres et soudées en une gaine. Celle-ci ne représente qu'un ensemble de sommets de feuilles ; et ces feuilles, prolongées inférieurement et concrescentes, comme on l'a dit s'insèrent en réalité au nœud situé au-dessous de celui qui porte la gaine.

Examinons une section transversale faite au milieu d'un entre-nœud court, pris à peu de distance de l'extrémité d'un rameau très jeune, âgé de moins d'un an (fig. 2). L'aspectd'une telle coupe est caractéristique, avec sa symétrie radiée ou étoilée. Sur tout le pourtour, en effet, les côtes (*c*) apparaissent sous forme de masses anguleuses à peu près pentagonales ; elles sont séparées les unes des autres par de profondes dépressions, d'étroits sil-

lons (*s*). Côtes et sillons sont revêtus d'un épiderme général, continu (*a*). Mais seul l'épiderme qui tapisse les sillons porte des poils (*g*) et des stomates ; ceux-ci font défaut à la face externe des côtes.

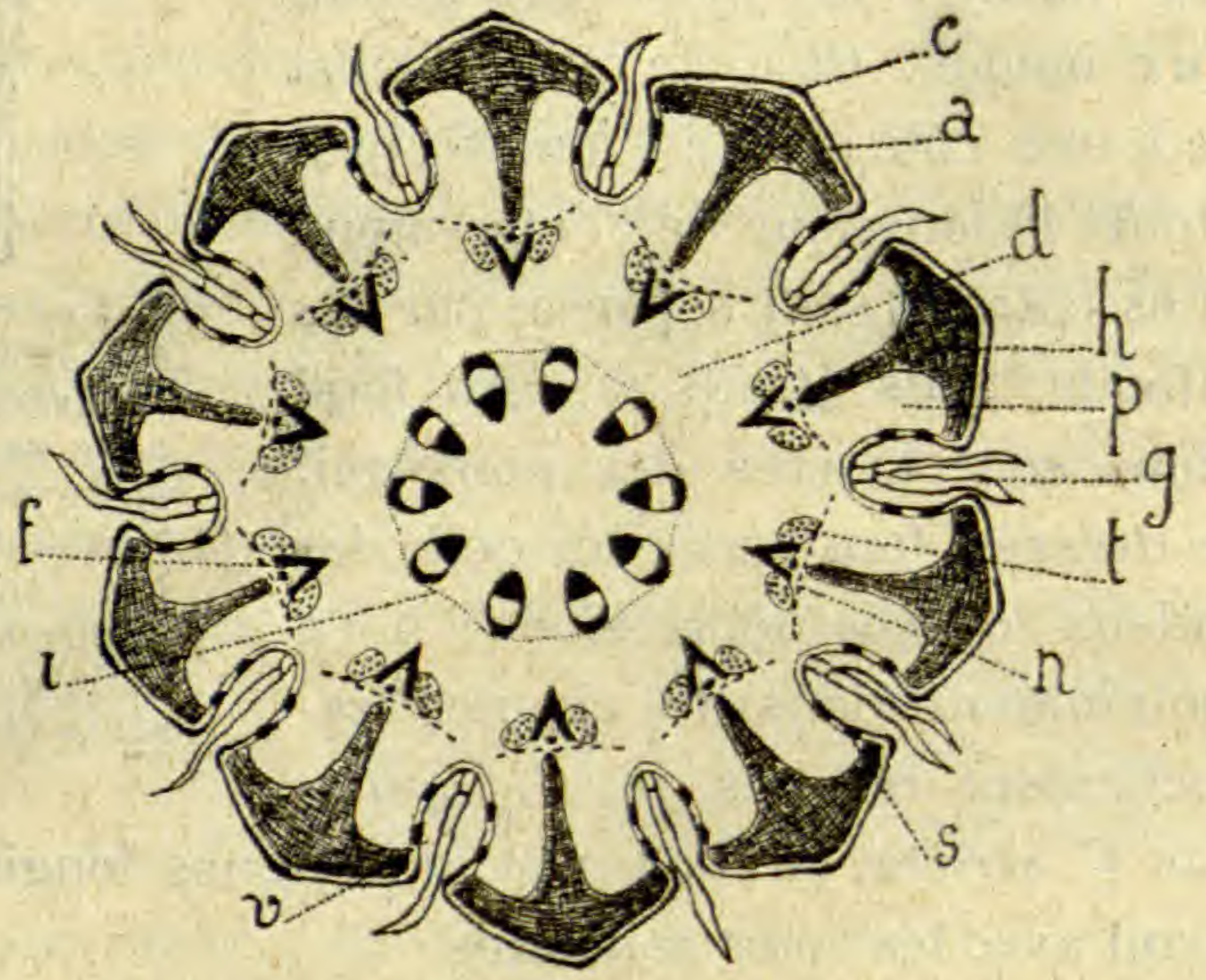


Fig. 2. — Schéma de la coupe transversale du milieu d'un entre-nœud d'un rameau primaire de *Casuarina equisetifolia*, *c*, carène saillante formé par la côte longitudinale ; *a*, épiderme ; *h*, hypoderme scléreux ; *p*, parenchyme palissadique ; *v*, sillon longitudinal ; *s*, stomates et *g*, poils scléreux qu'il renferme ; *f*, faisceau foliaire externe à bois en V ; *t*, trachéides en fascicules latéraux ; *n*, arc d'endoderme externe ; *d*, écorce de l'axe caulinaire ; *i*, endoderme interne limitant le cylindre central renfermant un cercle de faisceaux caulinaires collatéraux.

Les cellules épidermiques situées tout au fond du sillon se prolongent donc en longs poils à membrane épaisse, scléreuse, simples ou rameux, dont les extrémités font saillie au dehors et dessinent ces lignes longitudinales de pilosité dont il a déjà été question. Quant aux stomates, ils sont situés sur les faces latérales des sillons (*s*). On sait depuis longtemps que ces stomates ont leur ostiole transversale, c'est-à-dire allongée radialement et perpendiculairement à l'axe du rameau. Il y a, sur chacune des faces d'un sillon, trois ou quatre rangées longitudinales de stomates, lesquels alternent d'une rangée à l'autre. Il en résulte que si l'assise épidermique qui tapisse le sillon était complètement enlevée et étalée à plat, on observerait, au centre de la préparation, le massif de poils scléreux, et, de chaque côté, trois ou quatre rangées de stomates.

Au niveau des faces externes des côtes, l'épiderme ne porte ni poils, ni stomates, mais sa cuticule est très épaisse et paraît incrus-

tée de nodules réfringents, peut-être de nature siliceuse. Au-dessous de lui se trouve un hypoderme scléreux et fibreux *(h)*, dont la disposition remarquable, en T, détermine la structure parfaitement symétrique de la côte. Cette couche hypodermique s'étend latéralement en ne comprenant alors qu'une seule rangée de fibres épaisses, jusque sous l'assise épidermique qui tapisse les sillons; mais elle s'arrête au voisinage immédiat de la première rangée externe de stomates. Dans sa partie moyenne, en regard de l'angle obtus, sorte de carène (*c*), que forme la face externe de la côte, cet hypoderme proémine vers l'intérieur de celle-ci en une lame scléreuse, dont l'épaisseur diminue graduellement de dehors en dedans. Cette lame scléreuse est plus ou moins accentuée; mais parfois elle se développe assez pour former une véritable cloison médiane et fibreuse, qui divise la côte en deux loges latérales et symétriques dans lesquelles se trouvent deux masses équivalentes de tissu palissadique et chlorophyllien *(p)*. Chacune de ces deux masses de parenchyme vert se compose de trois ou quatre assises de cellules palissadiques allongées dans le sens radial, perpendiculairement à l'axe du rameau; leur hauteur diminue toutefois assez régulièrement dans les assises qui se succèdent de dehors en dedans. Tous les éléments de ce parenchyme palissadique renferment de nombreux grains de chlorophylle situés côte à côte à la face interne de la membrane cellulaire, dans la couche pariétale du cytoplasma. Il y a donc, dans chacune des côtes, symétriquement placés de part et d'autre de cette cloison fibreuse médiane, deux massifs compacts de tissu assimilateur. Et c'est seulement au niveau de chacun des stomates qu'on voit les cellules palissadiques s'écarter légèrement de manière à délimiter une étroite lacune qui réprésente la chambre sous-stomatique.

Le tissu en palissade appartient exclusivement aux côtes. Au niveau des sillons, et sous la portion d'épiderme à petites cellules prolongées en poils qui tapisse leur fond, on ne trouve que des éléments parenchymateux, petits et polyédriques d'abord, puis plus grands et à contour arrondi dans la profondeur. Tout ce parenchyme, qui s'étend jusqu'au cylindre central *(i)*, appartient à l'écorce du rameau. On peut donc dire que les côtes saillantes, séparées par des sillons, sont, de plus, isolées les unes des autres par des bandes radiales de parenchyme cortical, correspondant au fond de ces mêmes sillons.

Cependant, si nous poursuivons l'étude anatomique des côtes dans leur partie profonde, celle qui confine précisément à l'écorce du rameau, nous constatons des faits intéressants. Immédiatement en dedans des deux masses latérales de tissu palissadique et du bord interne de la cloison fibreuse médiane, quand celle-ci est complète, s'étend une assise tangentielle de cellules rectangulaires, toujours parfaitement distincte au niveau et dans toute la largeur des côtes, mais qui cesse d'être reconnaissable au niveau des bandes de parenchyme cortical correspondant aux sillons.

Cette assise cellulaire tangentielle avait été remarquée, dans leurs travaux de 1894, d'une part par Morini, qui l'appelle simplement *assise hypochlorenchymateuse,* d'après sa position ; et, d'autre part, par Boodle et Worsdell, qui reconnurent en elle les caractères d'un endoderme et la désignèrent sous le nom significatif d'*endoderme externe.*

Au-dessous de cet endoderme externe discontinu *(n),* puisqu'il n'est caractérisé qu'au niveau des côtes, et dans le prolongement de la cloison fibreuse médiane de chacune de celles-ci, se trouve un faisceau libéro-ligneux *(f)* normalement orienté, avec son pôle ligneux interne surmonté du pôle libérien externe, généralement un peu élargi, étalé tangentiellement ; de telle sorte que le faisceau offre une section triangulaire. Contre la face externe du liber est adossé constamment un petit groupe fibreux de soutien. Quand la cloison scléreuse médiane de la côte est complète, son bord interne est séparé de ces fibres extra-libériennes par l'assise endodermique externe. Exceptionnellement, un ou deux éléments de cet endoderme se sclérifient à leur tour ; de telle sorte que, dans ce cas, la lame fibreuse médiane de la côte semble se prolonger sans interruption jusqu'au liber du faisceau.

En résumé, sous un endoderme externe discontinu et à la périphérie de la région corticale du rameau, s'observe une rangée circulaire de faisceaux libéro-ligneux normalement orientés, équidistants et égaux entre eux, qui correspondent chacun à la base et au milieu de la largeur d'une côte proéminente. Aussi ces faisceaux sont-ils désignés par les auteurs, tantôt sous le nom de « faisceaux costaux », tantôt sous celui de « faisceaux corticaux ».

De chaque côté de tout faisceau costal ou cortical se trouvent de larges éléments à membrane épaissie et ponctuée : ce sont des tra-

chéides *(t)* disposées en série oblique et mettant en relation le bois du faisceau avec le parenchyme chlorophyllien, mais probablement toujours par l'intermédiaire de l'assise endodermique contre laquelle viennent s'appuyer les trachéides les plus externes de chaque série. Ces éléments ont bien certainement un rôle conducteur et constituent un véritable *tissu de transfusion*, selon l'interprétation exacte de Boodle et Worsdell.

En dedans des faisceaux costaux, auxquels sont annexés ces groupes latéraux de tissu de transfusion, se trouve une couche de trois ou quatre assises de cellules parenchymateuses qui les sépare de la stèle : c'est l'écorce profonde du rameau, qui est en parfaite continuité d'ailleurs avec les bandes de tissu cortical correspondant aux sillons.

La stèle du rameau primaire est absolument normale. A sa périphérie, il existe un rang circulaire de faisceaux libéro-ligneux, en alternance avec les faisceaux costaux ou corticaux externes. Ces faisceaux de la stèle correspondent, par conséquent, aux sillons ; ils sont collatéraux, égaux entre eux, équidistants et séparés les uns des autres par de larges rayons primaires formés de trois ou quatre assises de cellules. Au bord externe de chacun de ces faisceaux, et adossé au liber, est un arc de fibres péricycliques épaisses. Ces arcs scléreux de péricycle, quoique plus ou moins développés, permettent toujours d'établir la limite précise entre la région corticale et la région stélique du rameau. Quant à l'endoderme général *(i)*, qui d'ordinaire marque cette limite, il est le plus souvent reconnaissable, soit seulement par la forme rectangulaire de ses éléments, soit par la subérisation de ses cloisons radiales, soit encore dans certaines espèces *(C. paludosa)*, par le tanin que ses cellules renferment en particulière abondance, car toute l'écorce est généralement tannifère. La moelle elle-même, qui occupe le centre de la stèle, contient d'ordinaire du tanin.

Telle est, en résumé, la description anatomique de la tige primaire des *Casuarina* du type cylindrique ou australien, telle que l'ont donnée ceux de nos devanciers qui ont voulu faire connaître la structure des organes végétatifs de ces plantes. Mais une pareille description, même en la supposant aussi précise que détaillée, telle qu'on la trouve dans les recherches si consciencieuses de Morini, ne peut suffire à nous faire acquérir des notions vraiment

scientifiques sur l'organisation de ces végétaux assez étranges que sont les Casuarinacées. « La simple constatation des faits, dit Claude Bernard (1), ne pourra jamais parvenir à constituer une science. On aura beau multiplier les faits ou les observations, que cela n'en apprendrait pas davantage. Pour s'instruire, il faut nécessairement raisonner sur ce que l'on a observé, comparer les faits et les juger par d'autres faits qui servent de contrôle ».

C'est en me basant sur ces principes posés par l'illustre physiologiste, que je me suis efforcé de concevoir l'organisation anatomique réelle des *Casuarina,* en raisonnant sur les faits observés, en comparant ensuite ces faits avec d'autres faits également acquis, de manière à établir les rapports ou la filiation pouvant exister entre les Casuarinacées et d'autres groupes végétaux.

Mes recherches une fois orientées dans cette voie, un certain nombre de questions différentes se sont posées, que j'ai dû examiner successivement.

A. — Nature foliaire des côtes longitudinales et conception générale de l'organisation de la tige primaire des Casuarina.

D'après la description anatomique précédente, on voit aisément que les côtes proéminentes qui forment les cannelures apparentes à la surface de l'entre-nœud d'un jeune rameau de *Casuarina*, et qui, d'ailleurs, se terminent par les dents de la gaine nodale, offrent bien dans leur structure des caractères appartenant, en général, aux feuilles : symétrie bilatérale, développement de tissu palissadique et assimilateur, faisceau libéro-ligneux situé de manière à représenter l'élément essentiel d'une nervure médiane.

Aussi, les anatomistes, en majorité du moins, considèrent-ils ces côtes longitudinales d'un entre-nœud quelconque du rameau comme des feuilles étroites, épaisses, décurrentes et concrescentes à cet entre-nœud, mais insérées en réalité au nœud immédiatement inférieur. Ces feuilles ne seraient donc libres que par leurs pointes apicales qui, unies par leurs bords, forment la gaine dentée embrassant la base de l'entre-nœud supérieur.

Toutefois, cette notion n'est pas aussi bien établie qu'on pourrait le penser, et, du reste, ceux, parmi les observateurs, qui ont admis

(1) *Introduction à l'étude de la Médecine expérimentale.* Paris 1865, p. 29.

l'existence de feuilles aussi particulières chez les *Casuarina*, ne les ont jamais définies avec toute la précision désirable, ainsi qu'on va le voir.

Entrevue par Thunberg et Miquel, la véritable organisation de la tige primaire des *Casuarina* n'a été bien comprise que par E. Lœw. Celui-ci montra le premier que dans cette tige on devait distinguer deux parties : l'axe caulinaire et les organes appendiculaires qui lui sont intimement unis et soudés. Ces organes appendiculaires sont des feuilles décurrentes et adhérentes qu'il a proposé d'appeler des *phyllichnies*. Par suite, tout entre-nœud de la tige est étroitement entouré d'un cylindre de ces phyllichnies qui, anatomiquement et physiologiquement, sont des feuilles ; mais celles-ci, quoique soudées à la tige n'en font pas partie, et, d'autre part, elles ne sont pas unies entre elles par leurs bords.

J. Poisson [**22**], dans ses importantes recherches sur les Casuarinacées adopte sans restriction cette conception de Lœw.

Lecomte [**15**] trouve également que tous les faits observés par lui confirment cette manière de voir. Mais le nom de phyllichnies donné par Lœw à ces feuilles longuement décurrentes des *Casuarina* lui paraît inutile.

Quoi qu'il en soit, c'était là une notion qui pouvait être considérée comme devenue classique, à l'époque où parut la note de Lecomte, en 1886. En effet, dans la première édition de son Traité de Botanique (1884), Van Tieghem signale les *Casuarina* parmi les plantes dont « la feuille peut être regardée comme concrescente avec la tige l'espace d'un ou plusieurs entre-nœuds » ; de telle sorte que le faisceau de cette feuille qui « descend d'abord verticalement dans l'écorce, s'insère sur le cylindre central un nœud plus bas » (1).

Néanmoins, plus tard, en 1905, le savant botaniste [**26**] fut amené à interpréter les mêmes faits d'une manière toute différente, dans son travail sur les « méristèles corticales ». On sait comment il définit celles-ci. Ce sont des portions de la stèle de la tige qui se séparent et qui cheminent ensuite librement dans l'écorce ; des portions de l'endoderme général les entourent, en outre, chacune d'un endoderme particulier. Pour ce qui est des *Casuarina*, il les classe parmi les plantes qui possèdent des « méristèles corticales com-

(1) *Loc. cit.* t. I, pp. 742 et 827.

plètes », formées chacune d'un faisceau libéro-ligneux et d'un péridesme, le tout entouré d'un endoderme particulier. Et, en raison de leur court séjour « dans l'écorce », avant leur pénétration dans la feuille au nœud suivant, il les regarde « comme appartenant déjà à la feuille à laquelle elles sont destinées et où elles se rendent ; en un mot, dit-il, elles sont déjà « *foliaires* ». Dès lors, d'après Van Tieghem, le cas des Casuarinacées serait le suivant : « Quelquefois la feuille ne reçoit au nœud où elle s'insère qu'une de ces méristèles corticales, sans rien emprunter à ce niveau, comme dans les Casuarines (*Casuarina*), par exemple. » D'après cela, il est évident que, pour l'auteur, les côtes longitudinales de l'entre-nœud ne sont plus des feuilles longuement décurrentes, mais des proéminences de l'écorce qui renferment chacune une « méristèle corticale », déjà *foliaire* simplement parce qu'elle se rend à une feuille insérée au nœud situé plus haut, laquelle ne peut être qu'une des dents de la gaine, car, en effet, celle-ci « n'emprunte rien à la tige à ce niveau ». Les vues de Lœw et de ses émules étaient ainsi abandonnées.

Au cours de ses recherches, Morini [**19**] parle constamment des « côtes foliaires » (*costole fogliari*) des *Casuarina*, ce qui laisse supposer que, pour lui, elles représentent bien des décurrences de feuilles ; mais nulle part il ne résume et ne précise ses idées à cet égard.

Boodle et Worsdell ont décrit très brièvement les « Côtes proéminentes » (*prominent ridges*) de l'entre-nœud des rameaux des *Casuarina*, qui prolongent vers le bas les dents de la gaine foliaire et s'étendent jusqu'au nœud immédiatement inférieur. Comme explication, ils se contentent d'ajouter : « Cette disposition est regardée par différents auteurs comme une feuille adhérente, Lœw donnant à cette feuille le nom spécial de « phyllichnium », tandis que Lecomte préfère l'appeler simplement une « feuille ». Pour eux, la question ne paraît avoir aucune importance.

En présence de tant d'incertitudes et de divergences, je me suis proposé de rechercher attentivement si les cannelures longitudinales des entre-nœuds des rameaux de *Casuarina* correspondent bien à des feuilles décurrentes et concrescentes, et si, d'autre part, ces feuilles ont des caractères assez spéciaux et assez définis pour justifier le nom particulier de « phyllichnies » qui leur a été attribué.

Pour cette démonstration, il est nécessaire de reprendre les éléments de la description anatomique rapidement esquissée plus haut, en les complétant sur bien des points et en les soumettant à un examen critique.

Je rappelle tout d'abord que les *Casuarina* du type australien, dont je m'occupe, sont essentiellement des xérophytes. Toute l'organisation de ces plantes est dominée par leur xérophilie, caractère

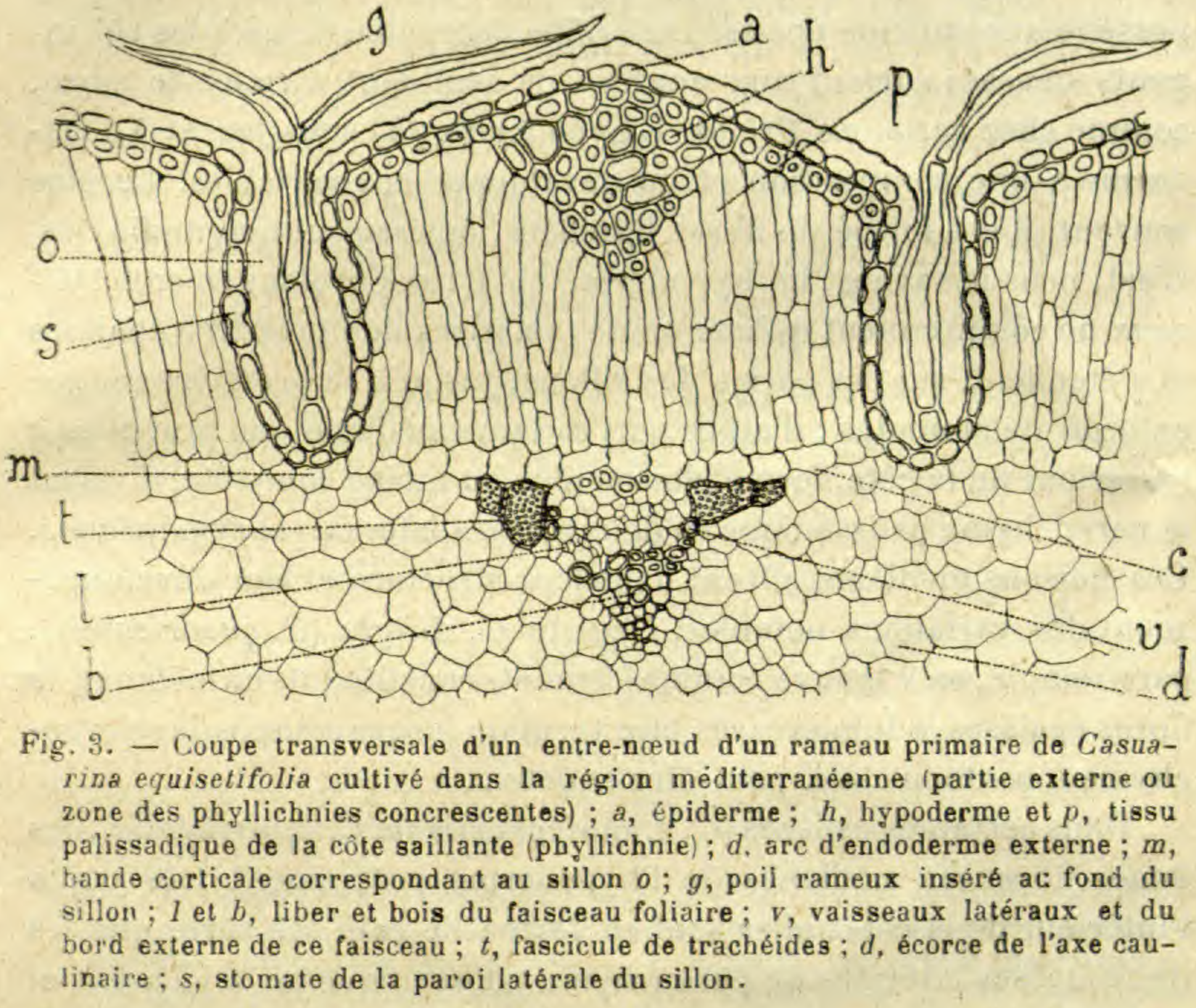


Fig. 3. — Coupe transversale d'un entre-nœud d'un rameau primaire de *Casuarina equisetifolia* cultivé dans la région méditerranéenne (partie externe ou zone des phyllichnies concrescentes) ; *a*, épiderme ; *h*, hypoderme et *p*, tissu palissadique de la côte saillante (phyllichnie) ; *d*, arc d'endoderme externe ; *m*, bande corticale correspondant au sillon *o* ; *g*, poil rameux inséré au fond du sillon ; *l* et *b*, liber et bois du faisceau foliaire ; *v*, vaisseaux latéraux et du bord externe de ce faisceau ; *t*, fascicule de trachéides ; *d*, écorce de l'axe caulinaire ; *s*, stomate de la paroi latérale du sillon.

qui, d'ailleurs, s'étend généralement à presque toute la végétation du continent australien, et cela pour des raisons sur lesquelles nous aurons à revenir ultérieurement.

Examinons donc la coupe transversale de l'entre-nœud d'un jeune rameau de *Casuarina (C. distyla, C. equisetifolia)* (fig. 3). A la périphérie on observe, en nombre variable, les masses polygonales et anguleuses des côtes saillantes ; des sillons (*o*) étroits et profonds les séparent. Du fond de ces sillons se dressent des poils scléreux simples ou ramifiés *(g)*; sur leur parois latérales sont trois ou quatre

rangées de stomates (*s*) à ostiole transversale. Toute la structure de la côte internodale est, nous le savons déjà, symétrique par rapport à un plan médian, à la fois longitudinal et radial : c'est la symétrie bilatérale propre à la feuille. La face costale externe est divisée par un angle obtus médian en deux facettes symétriques, de manière à figurer une carène ; d'autre part, ses angles latéraux qui bordent l'ouverture des sillons voisins sont parfois arrondis, parfois amincis en arêtes aiguës. L'épiderme (*a*) qui revêt cette face externe de la côte possède une cuticule épaisse, sclérifiée, incrustée de nodules réfringents amassés surtout aux angles : ils semblent formés de silice, comme chez certaines Prêles. L'hypoderme *(h)* sous-jacent à l'épiderme a une composition et un développement variables. Le plus souvent, il est formé de fibres lignifiées, épaisses et longitudinales. C'est, nous le savons, un hypoderme en T : ses prolongements latéraux ne comprennent qu'une ou deux assises de fibres très épaisses et s'étendent, sur les parois des sillons, jusqu'à la première rangée externe de stomates ; d'autre part sa lame médiane, qui proémine à l'intérieur de la côte, forme cloison plus ou moins complète, divisant le parenchyme palissadique en deux masses latérales et symétriques. Ces cloisons médianes offrent dans leur structure et leur développement des variations notables. Chez le *C. distyla* (*C. quadrivalvis*), par exemple, on y trouve comme éléments constituants un mélange de fibres épaisses, à lumière très étroite, et de larges cellules de sclérenchyme à contenu clair, peut-être aqueux.

Dans certaines espèces (*C. Cunninghamiana, C. equisetifolia*), les lames fibreuses médianes de l'hypoderme proéminent très peu à l'intérieur de la côte ; elles sont en forme de coin, de sorte que les deux masses latérales de parenchyme palissadique se rejoignent et se confondent sur la ligne médiane ; en d'autres termes, par suite de l'absence de cloison de séparation, le tissu chlorophyllien occupe toute la largeur de la côte. Ce sont là des modifications qui n'ont aucun caractère spécifique et qui, comme nous le verrons, se produisent sous certaines influences de milieu.

Enfin dans des exemplaires de *C. equisetifolia* de l'Ouest de Madagascar, j'ai rencontré (fig. 4) une disposition qu'aucun auteur ne paraît avoir signalée : les prolongements latéraux de l'hypoderme sont formés par des fibres transversales, couchées dans un plan perpendiculaire à l'axe du rameau, et qui, d'autre part, viennent

s'appliquer, par leurs extrémités, contre les faces des fibres longitudinales de la cloison médiane, en s'insinuant même parfois entre celles-ci.

Un abondant parenchyme palissadique et chlorophyllien *(p)* rem-

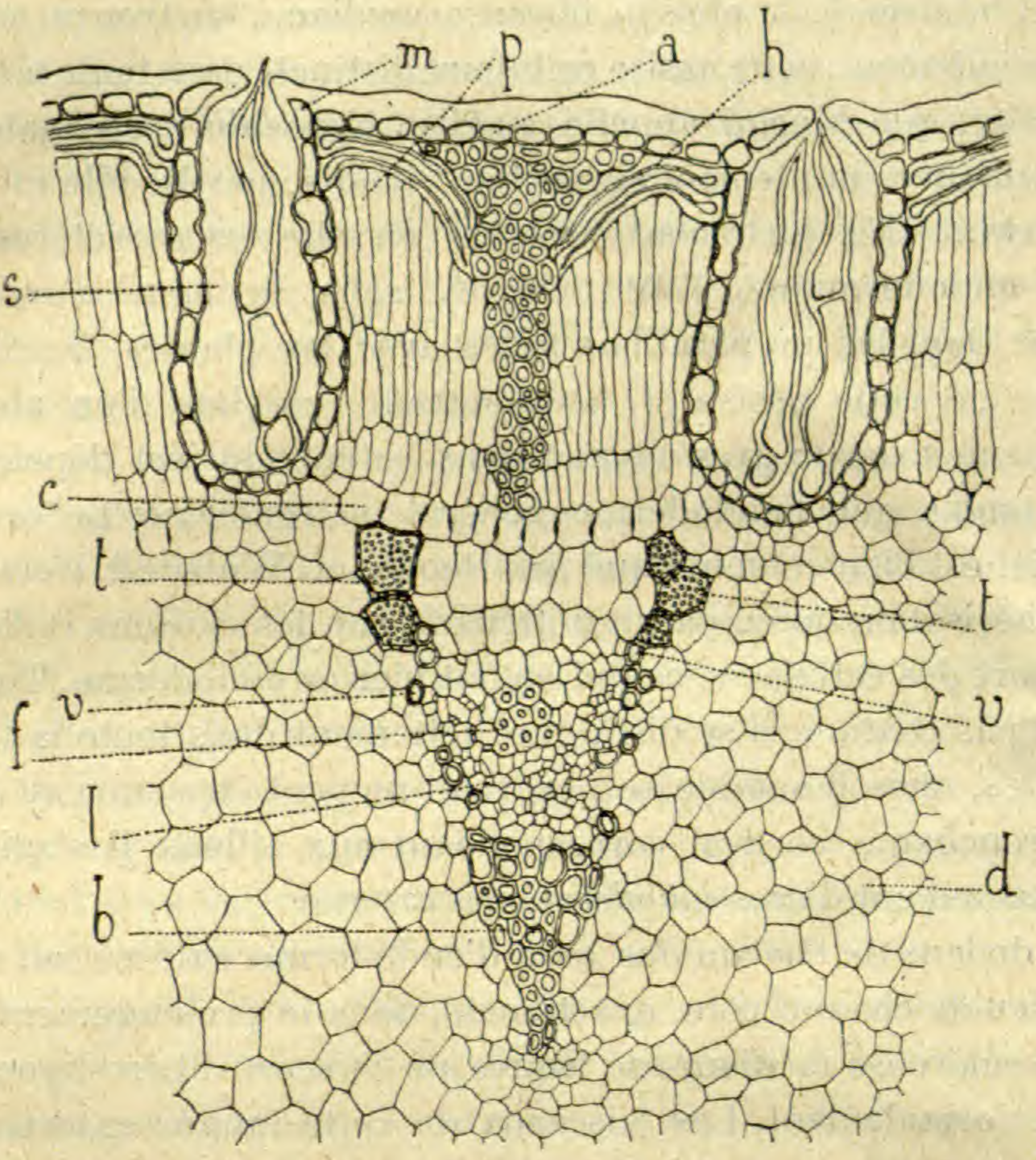


Fig. 4. — Coupe transversale de l'entre-nœud d'un rameau primaire de *Casuarina equisetifolia*, provenant de la côte ouest de Madagascar (partie externe ou zone des phyllichnies concrescentes). *a*, épiderme ; *p*, tissu palissadique ; *h*, hypoderme à fibres transversales ; *m*, bord anguleux de la côte longitudinale (phyllichnie) ; *s*, sillon pilifère et stomatifère ; *c*, arc d'endoderme externe ; *l* et *b*, liber et bois du faisceau de la nervure foliaire ; *v*, vaisseaux latéraux et de l'angle externe de ce faisceau ; *f*, fibres péridesmiques ; *t*, fascicules de trachéides ; *d*, écorce de l'axe caulinaire.

plit les deux espaces symétriquement situés dans la côte, de part et d'autre de la cloison scléreuse médiane, quand celle-ci est complète. Il se compose de grandes cellules en palissade allongées radialement, disposées sur trois ou quatre rangs et diminuant de dimension de dehors en dedans. Dans toutes ces cellules les grains de chlorophylle nombreux forment un revêtement pariétal continu. Ce parenchyme

palissadique est compact; çà et là on voit pourtant entre ses éléments des méats très étroits et allongés ; au niveau de chacun des stomates, une de ces lacunes représente seule la chambre sous-stomatique.

Au-dessous de tout ce tissu vert, et souvent en contact aussi avec le bord interne de la cloison fibreuse médiane, on trouve, étendue tangentiellement, cette assise cellulaire distincte dans toute la largeur de la côte, que Morini appelle « assise hypochlorenchymateuse », pour indiquer simplement sa position; tandis que Boodle et Worsdell, ayant très justement reconnu en elle les caractères d'une assise endodermique, l'ont désignée sous le nom *d'endoderme externe*. Dans les préparations faites avec les plantes fraîches, les cellules de cette assise *(l)* se montrent remplies d'un abondant cytoplasme avec un gros noyau ; mais ce contenu est dépourvu de tanin, tandis que l'endoderme général en renferme. Le caractère essentiel est bien celui indiqué par Boodle et Worsdell, c'est-à-dire « la subérisation qui apparaît nettement sur les cloisons radiales de la plupart des cellules », ce qui en fait bien un endoderme. Toutefois il n'est pas continu ; il se distingue nettement dans toute la largeur des côtes, mais il semble se perdre et ne peut être suivi au niveau du parenchyme cortical correspondant aux sillons. Il s'agit donc plus exactement d'*arcs endodermiques externes*.

En dedans de chacun des arcs d'endoderme externe, au niveau du milieu de chaque côte, exactement dans le prolongement de sa cloison scléreuse médiane, se trouve un faisceau libéro-ligneux *(f)* orienté normalement. Les faisceaux de cette rangée externe sont, dans un même rameau, à la fois équidistants, tous égaux et de même forme. Mais ce qui les caractérise et leur donne un grand intérêt, c'est leur structure propre, dont les particularités semblent avoir échappé complètement à l'attention de mes devanciers.

Ces faisceaux ont généralement une forme triangulaire, avec une base externe élargie tangentiellement, qui est le pôle libérien *(l)* : celui-ci est incurvé en un arc dont la concavité externe est occupée par un groupe plus ou moins nombreux de fibres lignifiées et épaisses. Leur pôle interne ou ligneux *(b)* se compose de vaisseaux annelés ou spiralés et de quelques cellules ligneuses; mais ce ne sont pas les seuls éléments vasculaires du faisceau. En effet, sur chacune des faces latérales du liber, on distingue très nettement, échelonnés de dedans en dehors, plusieurs autres vaisseaux annelés

ou spiralés également très étroits, isolés ou par petits groupes de deux ou trois *(v)*. Il en résulte que tous les éléments vasculaires du faisceau sont disposés en un V dont l'angle interne est occupé par un groupe de trachées, mais dont les branches sont jalonnées par une série de ces mêmes vaisseaux, étroits, accolés aux flancs du liber. Celui-ci est donc compris dans l'angle que forme l'ensemble des vaisseaux. Telle est la disposition fasciculaire qui peut être observée nettement chez le *C. quadrivalvis* ou le *C. Cunninghamiana*. Elle tend, comme on le voit, à rapprocher le plus possible les éléments vasculaires qui constituent le pôle ligneux interne du faisceau du bord externe de ce faisceau, dans la direction du tissu assimilateur.

Dans un spécimen de *C. equisetifolia* de Madagascar (fig. 4), cette tendance est plus marquée encore, et la disposition précédente s'est modifiée en s'exagérant. Chez cette espèce, en effet, les faisceaux ont la forme de triangles très allongés radialement, mais de faible largeur. Le pôle vasculaire interne est en angle aigu; le pôle libérien est fortement arqué, et chacune des extrémités de cet arc est occupée précisément par un groupe de deux ou trois petits vaisseaux annelés ou spiralés. Ces deux petits groupes vasculaires débordent ainsi en dehors du liber du faisceau, qui devient de la sorte presque concentrique.

Remarquons, sans tarder, les analogies véritablement frappantes qui existent entre la structure de ces faisceaux de la rangée externe du rameau primaire des *Casuarina*, et celle des faisceaux de la tige des *Equisetum*. Les recherches bien connues et les figures devenues classiques de Pfitzer ont depuis longtemps mis en évidence la disposition en V du bois, c'est-à-dire de l'ensemble des éléments vasculaires qui composent ce bois, dans les faisceaux libéro-ligneux de la tige des Prêles. Si, chez les *Equisetum*, les vaisseaux de la pointe de ce V sont généralement détruits en laissant à leur place une lacune, par contre, les éléments vasculaires qui forment les branches du V subsistent et tendent à embrasser le liber. N'est-ce pas exactement la disposition que nous venons de constater chez les *Casuarina*? Notons, de plus, que, comme chez ces dernières plantes, les faisceaux des Prêles sont en correspondance avec les côtes ou « carênes » qui déterminent des cannelures analogues à la surface de la tige de ces Ptéridophytes. *(A suivre.)*

REVUE DES TRAVAUX DE BOTANIQUE
TROPICALE ET SUBTROPICALE
(1910-1919)

par **P. CHOUX**

(Suite)

Le Docteur Fickendey (1) a montré, en outre, que l'on pouvait encore améliorer la qualité du produit en se conformant aux règles suivantes. Il faut en effet savoir que c'est au niveau des plaies et des meurtrissures que les enzymes décomposants provoquent d'abord et surtout la formation des acides gras, et que c'est au niveau de ces lésions que des champignons possédant la même propriété peuvent aussi se développer. Or, parmi ces portes d'entrée pour les champignons, se trouve la base, point d'insertion du fruit. C'est sur ce point que se forment d'abord, pendant l'entreposage, les acides gras, ainsi que l'ont prouvé des expériences faites par le docteur Fickendey. Et cette teneur en acides gras est encore plus élevée si les fruits sont détachés et entreposés en vrac, l'élévation de température favorisant la décomposition des corps gras. Il faut donc avoir pour principe de traiter les régimes dès leur arrivée dans la fabrique. Quant au procédé le plus recommandable pour détruire les enzymes, c'est de traiter par la vapeur les fruits encore attachés au pédoncule, c'est-à-dire immédiatement après leur séparation de la tige principale du régime. Les avantages de ce procédé sont indéniables, puisqu'un essai fait à Mokundangé au Cameroun a donné une huile titrant seulement 1,3 °/₀ d'acidité.

(1) D'après une traduction publiée dans le *Journal officiel* du Territoire occupé de l'ancien Cameroun et reproduite dans *Les Amandes et l'Huile de palme*, par Baillaud et Stieltjes, Marseille, 1920.

Les recherches et les expériences faites en 1918 par M. Paul Ammann (1) au jardin d'essais de Bingerville n'ont fait que confirmer les conclusions du spécialiste allemand, soit au point de vue de l'origine des acides gras, soit au point de vue des moyens d'obtenir une huile de palme neutre.

En tout cas, un des procédés qui semble permettre le mieux d'atteindre ce résultat est le système inventé par M. l'ingénieur Trévor (2), qui a installé en 1914 pour le compte du *Pericarp Syndicate* une huilerie fonctionnant à la Côte d'Ivoire près de Bingerville. L'organe essentiel en est le dépéricarpeur qui enlève, au moyen de scies circulaires et sans apport d'eau, la totalité de la pulpe oléagineuse entourant le noyau du fruit, préalablement traité à la vapeur. Mais M. Trévor a non seulement inventé une remarquable machine pour le dépulpage; il a encore cherché à améliorer la qualité de l'huile de palme par la stérilisation des régimes sitôt coupés dans des étuves à air chaud, de manière à supprimer les restes de végétation dans les diverses parties composant le régime. Avec ce procédé qui est en somme celui qu'on emploie dans la préparation des gousses de vanille, M. Trévor assure pouvoir fabriquer des huiles titrant à peine 1 °/₀ d'acidité (3). Comme d'autre part, l'usine que les Allemands avaient intallée au Cameroun, à Maka près de Duala, avec le système Poisson (4) modifié, avait pu obtenir des huiles ne contenant pas plus de 1 à 1,5₀/° d'acides gras libres, il semble qu'on puisse, avec les outillages Trévor et Poisson, produire des huiles susceptibles, par leur qualité, de donner entièrement satisfaction aux industriels métropolitains. (5)

(1) Paul Ammann : *Recherches sur la fabrication de l'huile de palme neutre* (L. Agron. col., sept.-oct. 1918).

(2) Bret : *L'exploitation du Palmier à huile à la Côte d'Ivoire* (Congrès d'Agricult col., 1918, p. 255).

Stieltjes : *Machinerie pour la préparation de l'huile et des amandes de palme* (Inst. Col. de Marseille, Bull. de la sect. des matières grasses, n° 6, 1918, p. 22).

Yves Henry : *L'exploitation du Palmier à huile en Afrique tropicale* (Mat. prem. afric., T. I, p. 317, Larose 1918).

(3) Bories : *La préparation indigène et industrielle de l'huile de palme* (Bull. des Mat. grasses de l'Instit. Col. de Marseille, 1919, n° 2, p. 41).

— Van Pelt : *loc. cit.* (p. 234).

(4) Annet : *Extraction industrielle de l'huile de palme au Cameroun* (Bull. de la Soc. nat. d'acclimat., mars 1917, p. 78).

(5) Bories (*loc. cit.*).

La question des CONCASSEURS a également une très grande importance, car la généralisation du concassage mécanique permettrait de libérer une main-d'œuvre considérable, qui serait plus utilement employée ailleurs. M. Y. Henry (1), qui a plus particulièrement étudié le sujet, distingue les concasseurs par choc et les concasseurs par compression et envisage les conditions d'un concassage rationnel ainsi que l'influence de la vitesse, du triage des noix et de la dessication. Ne pouvant entrer ici dans plus de détails, nous renvoyons le lecteur à l'ouvrage de M. Y. Henry (2).

Pour terminer, il nous faut faire connaître toute l'importance qu'a une utilisation plus générale du TOURTEAU DE PALMISTE dans l'alimentation des animaux, le développement de l'huilerie et par suite l'utilisation de la production coloniale étant fonction de l'utilisation des tourteaux. A ce point de vue, on ne peut s'empêcher d'admirer les résultats obtenus par l'Angleterre, qui dès 1914 se substituait à l'Allemagne pour l'industrie du palmiste et entreprenait une campagne très active pour vaincre la répugnance qu'éprouvaient les fermiers anglais à se servir du tourteau de palmiste pour la nourriture de leur bétail (3). Les diverses expériences faites dans divers collèges agriculturaux d'Angleterre ont montré que le tourteau de palmiste est un excellent aliment pour le bétail, valant, au point de vue nutritif, les tourteaux de lin et de coton (4).

En France, MM. Heim et Dechambre ont abouti à des conclu-

(1) Yves HENRY : loc. cit. (p. 328).

(2) On pourra encore consulter sur le chapitre *Machinerie :*

— JUMELLE : *Cultures coloniales. Plantes oléagineuses* (Baillière, 1914).

— *The African palm oil industry. III. Machinery* Bull. of the Imp. Inst., p. 57, Vol. XV, n° 1, january-March 1917)

— *Palm nut Cracking Machinery* (id aprile 1917, p. 270).

— Yves HENRY : *Recherches sur le [illegible] mécanique des fruits de l'Elæis*, (L'Agric. prat. des pays chauds, août 19[illegible] p. 133 ; sept. 1910, p. 226).

(3) *Palm Kernel Cake and meal : a new feeding stuff for Live stock* (Bull. of. the Imp. Instit., XII, n° 4, oct-déc. 1914., p. 577

(4) *Palm Kernel Cake* (Bull. of the Imp Instit., XIII, n° 1, jan.-march. 1915, p. 151).

The feeding value of Palm Kernel Cake (id., n° 3, July-sept., 1915, p. 446).

The feeding value of Palm Kernel Cake and meal (id., XIV, n° 2, aprile-june 1916, p. 280).

Recherches recentes faites en Angleterre pour l'utilisation des tourteaux en vue de l'alimentation du bétail (Inst. Col. de M[illegible], Sect. des Mat. grasses, n° 2, 1917, p. 54).

sions analogues et ont montré que l'usage du tourteau de palmiste est à conseiller dans l'alimentation économique des ruminants à l'engrais et qu'il peut entrer utilement dans la ration des vaches laitières et beurrières (1).

On pourra encore consulter sur le Palmier à huile :

— ZIMMERMANN : *Die Olpalme am Tanganyika-see* (Der Tropenpflanzer, oct. 1911, p. 549).

— NOURY : *Note sur une forme de Palmier à huile du Dahomey* (J. d'Agric. trop., mai 1912, p. 137).

— BOOTH : *Die Olpalmkultur Togos und ihre Aussichten* (Der Tropenpflanzer, aug. 1912, p. 401).

— GATIN : *Bananes et fruits d'Elæis sans noyaux : leur intérêt cultural* (J. d'Agric. trop., 31 juillet 1913, p. 205).

— NOURY : *Le Palmier à huile au Dahomey* (Bull. de la Soc. Nat. d'acclimat., 1er oct. 1913, p. 618).

— *The African Palm oil industry* (Bull. of the Imp. Inst., aprile 1913, n° 2, p. 220).

— NICOLAS : *Rendement du Palmier à huile en Basse-Guinée* (Agron. col., 1re ann., nov. 1913, p. 138).

— GRUNER ; *Weitere Beitrage über die Olpalme im Besirk Togo* (Der Tropenpflanzer, juni 1913, p. 285 ; juli 1913, p. 353).

— SCHARD : *Die géographische Verbreitung der Olpalme* (id., juli 1913, p. 359).

— *Note sur le Palmier Elæis dans le district de l'Equateur* (Bull. agric. du Congo belge, juin 1914, p. 331).

— *The trade in Palm Kernels* (Bull. of the Imp. Inst., July 1914, p. 458).

— DAMMER : *Beiträge zur Kenntnis der Elæis guineensis* (Bot. Jahrb. h. v. Engler, Band 51, 1915, pp. 320-324).

— ROUGET : *Les palmistes* de *l'Afrique équatoriale* (Bull. de l'off. col., août 1916, p. 324).

— *Le Palmier à huile au district du Kasaï* (Bull. agric. du Congo belge, sept. 1917., p. 218).

— *Pour le Palmier à huile de plantation* (Bull. de l'off. col., avril 1918, p. 239).

— *Le Palmier à huile au Congo belge* (Bull. agric. du Congo belge, 1919, p. 70).

L'Arachide, le Cocotier et le Palmier à huile sont évidemment,

(1) HEIM et DECHAMBRE : *Le tourteau de palmiste; son intérêt pour l'alimentation du bétail* (Bull. de l'off. col., mars 1916, p. 112).

parmi les plantes oléagineuses, celles qui ont suscité le plus de recherches en raison de leur importance économique considérable. Ce ne sont cependant pas les seules qui aient attiré l'attention, car ce ne sont pas les seules qui présentent quelque intérêt, soit au point de vue colonial, soit au point de vue de l'approvisionnement métropolitain. Et, parmi ces graines oléagineuses d'importance moindre, il nous faut citer notamment celles de sésame, de coton, de soja, de ricin, de pulghère, et de lin pour ne parler tout d'abord que de celles qui donnent des huiles fluides.

Sésame

Peu de travaux ont paru sur le Sésame. Mentionnons d'abord qu'en 1911 *l'Imperial Institute* (1) a publié une courte monographie du Sésame. Description de la plante, culture, climat, sol, récolte, maladies, production, utilisation sont les points principaux envisagés dans ce travail.

Au point de vue CULTURAL, il faut signaler que M. Jumelle (2) a pu obtenir maintes fois la fructification du Sésame sur le littoral provençal, qui toutefois est son extrême limite de végétation et où sa culture ne serait, par conséquent, pas rémunératrice. Cette limite septentrionale semble d'ailleurs pouvoir varier suivant les pays. En Italie (3), la province de Syracuse, où a lieu presque exclusivement la culture du Sésame, paraît représenter cette limite, alors qu'en Europe orientale, cette même limite paraît, d'après M. Capitaine (4), devoir être fixée à une latitude plus élevée. En Turquie d'Europe cette culture du Sésame qui est très répandue ne sort pas d'ailleurs du domaine de la petite exploitation domestique. Néanmoins elle fournit aux petits propriétaires qui s'y consacrent un des principaux éléments de leur nourriture, l'huile de Sésame étant, en effet, très employée pour la cuisine.

(1) *Cultivation, production, and utilisation of Sesasum seed* (Bull. of the Imp. Inst., 1911, Vol. IX, n° 3, p. 259).

(2) JUMELLE : *Les cultures coloniales. Plantes oléagineuses* (Baillière, Paris, 1914, p. 80)

(3) CATALANO dans *Bollettino di studi ed Informazioni del R. Giardino Coloniale di Palermo, 1915* (Analysé dans Inst. Int. d'Agric., Bull. rens. agric. etc... juin 1916, n° 644)

(4) CAPITAINE : *Le Sésame en Orient* (J. d'Agric. trop., 30 sept. 1919, n° 161, p. 311)

C'est également dans ces régions orientales, Turquie d'Europe et Turquie d'Asie, que M. Capitaine a signalé quelques usages du Sésame assez peu connus en Europe occidentale (1). Les graines de Sésame y constituent une sorte de friandise nationale et entrent dans la préparation de presque toutes les douceurs. Elles servent de plus à la confection de sortes de fromages que l'on nomme *helva* en Anatolie et *tahin* en Turquie d'Europe et dont M. Capitaine décrit la fabrication.

En France, le Sésame n'est utilisé que pour l'extraction de l'huile. Son importance a d'ailleurs bien diminué depuis 1912, où l'importation du Sésame en France est tombée à 31.000 tonnes, alors qu'auparavant notre pays pratiquait le traitement de ces graines sur une très grande échelle et qu'en 1910-1911 l'importation dépassait 100.000 tonnes. L'Allemagne, par contre, a vu parallèlement affluer dans ses ports de grandes quantités de graines de Sésame (2).

Et cependant, si modestes que soient nos besoins présents, la production de nos colonies ne peut y satisfaire. Si le Sésame est bien connu en Extrême-Orient, puisque l'Inde et la Chine sont les deux grands pays exportateurs de graines, l'Indo-Chine, où le sésame pousse cependant admirablement, ne lui prête que peu d'attention.

M. Eberhardt (3) déplorait déjà cette situation en 1911 et c'est dans l'espoir de montrer à l'Indo-Chine tout le parti qu'elle pourrait tirer de cette culture qu'il a publié un travail important sur le *Sésame de l'Extrême Orient*, les méthodes de culture en usage dans l'Inde et en Indo-Chine, les usages du Sésame dans ces régions et les moyens employés par les indigènes pour l'extraction de l'huile. L'opinion de M. Eberhardt était que la culture du Sésame peut être très rémunératrice pour l'indigène comme pour le capitaliste métropolitain, qui pourrait l'associer sur de grands espaces à l'arachide, au ricin, au cocotier, ou à l'abrasin.

(1) Capitaine : *Les usages du Sesame en Orient* (Bull. de la soc. d'acclimat., 1er Mars 1914, p. 146)

(2) F. de Roux : *Rapport général de la section des oléagineux* (Congrès d'Agricult. col., 1918, T. II, section des oléagineux, Challamel, Paris, p. 66).

(3) Eberhardt : *Le Sésame de l'Extrême-Orient* (Agric. prat. des pays chauds, mai, juin, juillet 1911).

M. Capitaine (1), en 1913, regrettait également que ni en Afrique, ni en Indo-Chine on ne porte au Sésame tout l'intérêt qu'il mérite.

Ces suggestions n'ont guère été entendues. L'Indo-Chine n'exporte guère plus d'un millier de tonnes chaque année. En Afrique occidentale, la Guinée est presque la seule région qui alimente une exportation assez faible d'ailleurs ; le Sésame ne peut prendre une place importante dans les cultures indigènes guinéennes à cause de ses exigences. Il se plaît, en effet, ainsi que le riz de montagne, avec lequel il est semé en mélange, sur les terres de forêts nouvellement défrichées (2). C'est une raison sérieuse pour qu'on n'en souhaite pas le développement (3).

Coton

L'industrie de l'huile de graines de coton est, comme on le sait, de date relativement récente, puisqu'elle ne commença aux Etats-Unis que vers le milieu du XIX[e] siècle. Aujourd'hui le sous-produit de l'industrie cotonnière est l'objet d'un travail considérable et cela surtout aux Etats-Unis. En 1914, sur 1.028 « oil mills » que l'on comptait dans le monde entier, les Américains en possédaient 882, les Anglais 50, la France 5 seulement (4). Les cotonniers ne sont donc pour nous que des plantes oléagineuses accessoires, ce qui nous permettra de passer rapidement.

M. Jumelle (5) a fait connaître, dans son ouvrage sur les plantes oléagineuses, le traitement industriel de ces graines et les qualités et usages des produits obtenus.

Le côté économique de la question a été traité par M. Mulsant (6) et par l'*Imperial Institute* dans une étude sur le commerce des

(1) Capitaine : *Le Sésame* (J. d'Agric. trop., 30 juin 1913, p. 172 et 31 Juillet 1913, p. 201).

(2) Poiret : *Les oléagineux de la Guinée française* (Congrès d'Agric. col., p. 223).

(3) Yves Henry : *Matières grasses secondaires, le Sésame* (Mat. prem. afric., T. I, Larose, 1918, p. 380).
Voir encore sur le Sésame :
La coltivazione del sesamo nell' Asia minore e nella Siria (Agricolt. col., 30 Avril 1917, p. 103).

(4) Mulsant : *Etudes économiques de l'industrie de la graine de coton aux Etats-Unis* (Congrès d'agric. col. de 1918, T. II, p. 585).

(5) Jumelle : *Les cultures coloniales. Plantes oléagineuses* (Baillière, Paris, 1914, p. 100).

(6) Mulsant : *loc. cit.*

graines oléagineuses aux Indes (1). Nous n'insisterons pas davantage sur ce sujet.

Par contre, nous voudrions souligner l'intérêt des recherches faites aux Etats-Unis sur la TOXICITÉ DES TOURTEAUX ET FARINES DE GRAINES DE COTON et résumées par M. Brioux dans les *Annales de la science agronomique*. On sait depuis longtemps que, si le tourteau de coton est excellent pour les bovidés adultes, s'il donne aussi de bons résultats avec les chevaux et les moutons, il faut s'abstenir de le faire consommer au jeune bétail et principalement aux porcs, car il peut provoquer chez ceux-ci des affections graves se terminant souvent par la mort. Nombreuses furent les recherches entreprises pour découvrir la nature exacte du composé toxique.

Mais ce fut seulement en 1914 et 1915 que Withers et Carruth (2), à la suite d'expériences faites à la station expérimentale de la Caroline du Nord, arrivèrent à cette conclusion que le principe toxique de la graine de coton est un corps non azoté à fonction phénolique, qu'ils ont réussi à isoler à l'état de pureté et pour lequel ils adoptèrent le nom de *gossypol*. Le gossypol est la seule substance des graines de coton crues, possédant des propriétés toxiques marquées. En général, on trouve très peu ou pas de gossypol dans les farines pressées à chaud ; ce produit s'oxyde pendant le travail que subissent les graines à l'huilerie et il se forme du « *D. gossypol* » moins toxique. Au contraire, avec les graines pressées à froid, le tourteau est très fortement toxique.

Disons encore que la farine de coton très pure ou *cotton seed flour* a été produite en grande quantité aux Etats-Unis pendant la guerre et que cette fleur de farine a été reconnue par le gouvernement américain comme pouvant entrer dans l'alimentation humaine, à titre de succédané du blé (3).

(1) *Indian trade in oil seeds : Cotton seed* (Bull. of the Imp. Inst., july-sept. 1917, p. 363).

(2) WITHERS et CARRUTH : *Les tourteaux et farines de graines de coton ; leur principe toxique, le gossypol* (Travaux résumés par M. Brioux dans les Ann. de la science agronom., oct-déc. 1918, p, 401).

(3) *Cotton-seed flour for human consumption* (The Agric. Journal of India, Vol. XIV, Part IV, july 1919, p. 674).

Soja

C'est beaucoup plus récemment que les graines de Soja ont attiré l'attention comme graines oléagineuses, puisque c'est en 1906 que les huileries anglaises de Hull ont adopté le Soja pour combler le déficit d'huile de coton, et puisque c'est surtout depuis 1909 que les quantités importées de Mandchourie en Angleterre sont devenues considérables.

L'arrivée de ce nouvel oléagineux sur le marché européen a provoqué toute une série d'articles et d'études sur ce sujet. Mais, comme c'est l'Angleterre surtout qui, en Europe, est le principal débouché du Soja et que l'Indo-Chine, où le Soja pourrait donner des résultats d'une certaine valeur, s'intéresse assez peu à la culture de cette graine au point de vue de l'exportation, nous serons encore très brefs sur ce produit.

Un des travaux les plus importants est celui que MM. Li Yu Ying et Grandvoinnet (1) ont fait paraître en 1911-1912 dans *L'agriculture pratique des pays chauds* et qui constitue une monographie complète du Soja. Une partie de l'ouvrage est consacrée à la partie botanique et culturale : origine, variétés qui sont nombreuses et dont les auteurs tentent une classification par couleurs, conditions culturales, engrais, semis, végétation, récolte, fixation de l'azote atmosphérique, cultures intercalaires avec le maïs ou le *Vigna sinensis*, etc... Mais MM. Li Yu-Ying et Grandvoinnet ont surtout détaillé la partie relative à la composition du Soja et aux produits alimentaires à base de Soja. Par contre le passage relatif à l'huilerie est très court.

(1) Li Yu Ying et Grandvoinnet : *Le Soja, sa culture, ses usages alimentaires, agricoles et industriels* (L'Agricult. prat. des pays chauds, sept. 1911-oct. 1912).

(A suivre)

REVUE DES TRAVAUX
DE
PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE
PUBLIÉS DANS LE COURS DES ANNÉES 1910-1919
Ire Partie : PALÉOZOÏQUE

par M. A. CARPENTIER

(suite)

M. Maslen (1) a fait une monographie détaillée du *Mesoxylon Sutcliffii* Scott, antérieurement placé d'une façon provisoire par M. Scott dans le g. *Poroxylon* (2). Les bases foliaires couvrent toute la surface de la tige, qui est remarquable par le grand développement de la moelle discoïdale. Les faisceaux géminés des traces foliaires, quand celles-ci atteignent la marge de la moelle, sont séparés par du tissu constitué en partie par des cellules de moelle. Les paires de faisceaux se fusionnent dans leur trajet descendant à travers la moelle et leur bois centripète persiste encore un peu après cette fusion.

M. Scott (3) a repris dans le détail l'étude des *Mesoxylon Lomaxii* et *M. poroxyloides* Scott and Maslen. Les bases foliaires sont éparses sur la tige du *M. Lomaxii*, plus serrées chez le *M. Poroxyloides*, sans couvrir toute la surface comme chez le *M. Sutcliffii*. Les faisceaux géminés des traces foliaires, chez le *M. Lomaxii*, convergent rapidement l'un vers l'autre, à travers le bois secondaire, et se fusion-

(1) Arthur J. Maslen : The structure of *Mesoxylon Sutcliffii* (Scott). (*Annals of Botany*, XXV, pp. 381-414 ; pl. XXXIII-XXXVI. Apr. 1911).

(2) D. H. Scott : *Studies in fossil Botany*. (2d édit. 1909, p. 511, fig. 184).

(3) D. H. Scott : The structure of *Mesoxylon Lomaxii* and *M. poroxyloides*. (*Annals of Botany*, XXVI, pp. 1011, 1030 ; pl. LXXXVII-XC ; octobre 1912).

nent en atteignant la moelle; dans le *M. poroxyloides* la fusion a lieu dans la moelle.

Les caractères du *Mesoxylon multirame* ont été donnés par M. Scott (1). Les paires de faisceaux des traces foliaires demeurent distincts et leur bois centripète persiste durant leur trajet dans la moelle l'espace de plusieurs entrenœuds.

Des bourgeons axillaires ont été signalés chez les *Mesoxylon,* surtout chez quelques espèces *(M. multirame, M. platypodium, M. Sutclifii)*; dans les spécimens de *M. Sutclifii,* que M. Maslen a examinés, chaque feuille abritait à sa base un bourgeon ; ces bourgeons se trouvaient au même stade de développement. Dans le *M. multirame,* M. Scott (2) a suivi le développement particulier de certains bourgeons axillaires en rameaux fertiles. Ces rameaux sont à symétrie bilatérale et à stèle aplatie ; ils portent des bourgeons distiques ; chaque bourgeon paraît naître à l'aisselle d'une bractée mère; son axe possède une stèle cylindrique médullée, et ses nombreuses bractées ou écailles foliacées sont disposées en spirale ; chaque écaille comprend un seul faisceau vasculaire de structure mésarque. Cette organisation des rameaux fertiles s'accorde bien avec celle des *Cordaianthus*, tels que nous les connaissons, d'après les études de Grand'Eury, Renault et Bertrand ; les affinités sont marquées entre les *Mesoxylon* et les *Cordaites.*

Avec le *Mesoxylon multirame* sont trouvées, en association, des graines aplaties, à symétrie bilatérale, affines au g. *Diplotesta* Brongniart, tel que C. Eg. Bertrand l'a fait connaître; il est très probable que ce sont là des graines de *Cordaitales,* et peut-être des *Mesoxylon*, avec lesquels on les trouve. Mrs. Agnès Arber les a étudiées et placées dans un genre nouveau *Mitrospermum* (3).

Les mêmes graines sont aussi associées à deux tiges et à des bourgeons que M. Scott a séparés du genre *Mesoxylon* (4) en se

(1) D. H. Scott : The structure of *Mesoxylon multirame.* — *(Annals of Botany,* XXXII, pp. 437, 457 ; pl. XI-XIV ; july 1918).

(2) D. H. Scott : On the fertile shoots of Mesoxylon and an allied genus. *(Annals of Botany,* XXXIII, pp. 1-21 ; pl. I-III ; january 1919).

(3) Agnès Arber : A note on Cardiocarpon compressum Will. (*Proc. Cambridge Philosophical Soc.,* XV, pt V, p. 303).

Id. On the structure of the palaeozoic seed *Mitrospermum compressum (*Will) (*Annals of Botany,* XXIV, pp. 491, 509 ; pl. XXXVII, XXXIX ; july 1910).

(4) D. H. Scott : On the fertile shoots of *Mesoxylon* and an allied genus. (*Annals of Botany,* XXXIII, pp. 1-21 ; pl. I-III ; january 1919).

basant surtout sur ce fait que les traces foliaires sont simples quand elles laissent la moelle pour traverser le bois, et non à deux faisceaux comme dans le genre *Mesoxylon* ; la présence de bois centripète dans les traces foliaires à la marge de la moelle et la structure polydesmique des feuilles sont des caractères commun avec les *Mesoxylon*. M. Scott appelle ce nouveau genre *Mesoxylopsis*.

Cordaianthus. — Parmi les nombreuses coupes (non moins de 18) de bourgeons femelles de *Cordaites* préparées par Bernard Renault et conservées au Muséum de Paris, C. Eg. Bertrand n'a trouvé que le type d'inflorescence en grappe simple (1). Les fleurs femelles sont latérales, nues, sans bractéoles et sans périanthe. Le nucelle, libre d'avec le tégument unique, représente pour C. Eg. Bertrand une pousse nouvelle ; de la plaque chalazéenne partent les vaisseaux du nucelle. Le tégument paraît résulter de la coalescence par leurs bords de deux écailles foliaires. L'ovule orthotrope possède un plan de symétrie qui coïncide avec le plan G D de la graine développée ; ce plan G D est perpendiculaire au plan A P, suivant lequel l'ovule est élargi à la base. Dans ce même plan G D, et à sa base, l'ovule possède deux cavités symétriques ou *bothrions*, permettant de le rapporter sans conteste au genre *Diplotesta*. L'auteur a fait remarquer en passant que les deux bothrions sont séparés l'un de l'autre par une lame dans l'épaisseur de laquelle monte le cordon vasculaire de l'ovule et sont également séparés par une lame mince du fond de la cavité séminale et de l'extérieur : dispositif qui a donné à Renault l'impression d'un double tégument.

Il est une conclusion qui doit être soulignée dans ce travail de C. Eg. Bertrand. Si l'orthotropie de l'ovule, la présence d'un seul tégument, lui paraissent démontrées, « la question de la Gymnospermie reste entière ». Certains caractères (nature du tégument qui représente deux écailles foliaires coalescentes par leurs bords, précédant l'insertion nucellaire et, de plus, la grande indépendance du nucelle par rapport à l'enveloppe) semblent bien plaider en faveur de l'interprétation de Payer, Baillon et leur école : cet appareil femelle serait un ovaire bicarpellé, uniloculaire, contenant un ovule réduit à son nucelle et inséré au fond de la cavité ovarienne.

(1) C.-Eg. BERTRAND : Le bourgeon femelle des Cordaites, d'après les préparations de Bernard Renault. *(Bull. Soc. Sc. Nancy*, 1911, pp. 3-51 ; pl. I-V).

C. Eg. Bertrand ne considère pas les arguments tirés de ces faits comme décisifs en faveur de l'opinion de Baillon, pas plus qu'ils ne l'ont été pour les plantes actuelles (If, Ginkgo etc...) « Les plantes fossiles en question ayant les caractères rappelés à propos des Gymnospermes actuels, il convient de les placer près de ces Gymnospermes en laissant le problème de la gymnospermie comme une question à éclaircir. »

Nous avons eu l'occasion de signaler, dans un silex d'âge permien provenant des environs de Sainte-Marie-aux-Mines (Alsace), des organes foliaires minuscules à bord révolutés, à assise palissadique très développée (1). Deux petites feuilles fertiles (étamines) contiennent du pollen dans des sacs symétriquement placés de part et d'autre de la nervure médiane et protégés par le bord recourbé du limbe. Nous y voyons des anthères de *Cordaïtées*. « Les grains de pollen ressemblent à ceux des *Cordaites*, ont leur forme ovoïde, une exine très fine et délicatement réticulée ; une masse cellulaire centrale est nettement délimitée par l'intine... ».

D'après M. Tison (2), l'ovule du *Cordaianthus Grand'Euryi* Renault a été minéralisé quelques temps après la pollinisation. Il lui paraît probable qu'au moment de la pollinisation, la chambre pollinique était largement ouverte pour faciliter l'entrée des grains de pollen ramenés du dehors par la contraction d'une gouttelette collectrice ; il est vraisemblable que l'entrée de la chambre pollinique était obstruée par des thylles après la pollinisation.

Feuilles. — Un silex que Lignier a trouvé dans le Stéphanien de Grand'Croix, contenait un fragment de bourgeon végétatif qu'il a pu rapporter au *Cordaites lingulatus* B. Renault, et qui lui a fourni l'occasion de recueillir quelques nouvelles données intéressantes et quelques précisions en particulier sur la différenciation des tissus dans ce bourgeon végétatif (3). La préfoliaison est largement convolutée, le bourgeon au niveau étudié comprend quatre feuilles disposées en spirale, enroulées en cornet, de forme spatulée. Dans la

(1) A. Carpentier : *Comptes-rendus*, p. 251, 26 juillet 1920.

(2) A. Tison : Remarques sur les gouttelettes collectrices des ovules de Conifères (*Mém. Soc. Linn. Normandie*, XXIV, pp. 63, 64, 1911).

(3). O. Lignier : Note préliminaire sur le bourgeon végétatif du *Cordaites lingulatus* B. Ren. (*Bull. Soc. Linnéenne de Normandie*, 6e sér., 6e vol., pp. 56-58, 1913) — Id. Différenciation des tissus dans le bourgeon végétatif du *Cordaites lingulatus* B. Ren. (*Ann. Sc. Nat.*, 9e sér., Bot., XVII, pp. 232-294 ; 18 fig. ; 1913).

feuille la plus jeune (la plus intérieure), les divers tissus, chlorenchyme, cordons hypodermiques, faisceaux libéro-ligneux avec leur gaîne, sont déjà différenciés les uns des autres, mais non complètement spécialisés : les tissus lacuneux et palissadique ne commencent à apparaître qu'au moment où la feuille va se détacher du bourgeon. Dans les cordons libéro-ligneux, le liber paraît s'être différencié avant le bois et la différenciation ligneuse débute par le bois centripète ; la gaine se spécialise très tôt, de même que les deux glandes adjacentes aux faisceaux. La réduction de l'appareil stéréomique rapproche la structure des feuilles du *C. lingulatus* et du *C. principalis ;* la constitution des faisceaux et de leurs gaines se ressemble beaucoup chez le *C. lingulatus* et le *C. Felicis* Benson.

Il est très probable, d'après M. Scott (1), que les feuilles de *Cordaitales,* décrites par Miss Benson (2) sous le nom de *Cordaites Felicis* et provenant des *Lower Coal Measures* de Shore, Littleborough (Angleterre), appartiennent à un *Mesoxylon* du type *poroxyloides.* De nombreuses graines, *Mitrospermum compressum,* sont de plus associées à ces feuilles dans les mêmes coal-balls. Le développement du stéréome est remarquable et dans les gaines des faisceaux et dans les bandes longitudinales scléreuses qui se développent entre les faisceaux : la structure dans son ensemble est nettement xérophile. Les éléments du bois centripète sont plus développés que ceux du bois centrifuge et ce dernier est plus abondant dans les bases foliaires ; le tissu de chlorenchyme (palissadique, lacuneux) est peu différencié.

En 1849, le Professeur Dana donna le nom de *Næggerathia spathulata* et *N. media* à des feuilles provenant du district d'Illawarra et de Newcastle, N^elle^ Galles du Sud et des *Upper Coal Measures,* d'après O. Feistmantel, qui a créé le genre *Næggerathiopsis* pour désigner des feuilles semblables recueillies dans les lits de Talchir-Kararbari (Gondwana inférieur). M. R. Etheridge (3) classe dans ce

(1) D. H. Scott : The structure of *Mesoxylon Lomaxii* and *M. poroxyloides* (*Annals of Botany,* XXVI, pp. 1022, 1023 ; octob. 1912).

(2) Margaret Benson : *Cordaites Felicis* sp. nov., a Cordaitean leaf from the Lower Coal Measures of England. (*Ann. of Botany,* XXVI, pp. 201-207 ; pl. XXII ; Jan. 1912).

(3) Robert Etheridge jun. : The leaves of *Næggerathiopsis,* with a postscriptum by Prof. A. C. Seward. (*Geolog. Magazine,* Dec. VI, vol. V, July 1918, pp. 289-293 ; pl. XIII).

même genre les empreintes de la N^{elle} Galles du Sud. Il représente et décrit des feuilles spatulées paraissant disposées en verticille autour d'un axe et ressemblant par là, comme le note M. Seward, à un spécimen du Permo-carbonifère de l'Inde, dont l'axe porte des feuilles attachées en une spirale très serrée (1).

MM. Zalessky a pu se convaincre que les feuilles du *Nœggerathiopsis aequalis*, des flores de Kouznetsk et de la Tongouzka, appartiennent aux arbres connus sous le nom de *Mesopitys Tchihatcheffi* Gœpp. sp., par l'examen des rameaux et feuilles, dont les tissus sont conservés dans les nodules calcaires de la couche de Brousnitsyne, fosse de Kolczougino, bassin de Kouznetsk (2).

De plus, l'étude de ces feuilles à structure conservée a amené M. Zalessky à revenir sur les conclusions d'un travail antérieur. En 1912, il avait cru pouvoir admettre que le *Nœggerathiopsis Hislopi* Bunbury sp. de la flore gondwanienne de l'Inde ne se distingue pas du *Cordaites aequalis* Gœpp. sp. de la Sibérie (3) ; l'existence de fausses nervures, entre les nervures vraies, lui paraissait démontré dans les deux cas et imputable à la présence de faisceaux hypodermiques scléreux, disposés entre les nervures. De ce fait disparaissait l'un des traits qui distinguent le genre *Nœggerathiopsis* et le genre *Cordaites*, toujours muni de fausses nervures. L'examen d'empreintes de Kouznetsk et de la Tongouzka, l'étude des coupes démontrent que les fausses nervures n'existent pas en réalité chez le *Nœggerathiopsis aequalis*. L'apparence, qui a induit en erreur, est due à des rainures de la face inférieure des feuilles. Les prétendues fausses nervures proviennent de l'impression sur la roche ou des moulages de ces rainures. M. Zalessky est d'avis que les feuilles cordaïtoïdes de ces flores de Sibérie, de Kouznetsk, de la Tongouzka et de l'Hindoustan ne peuvent être placées dans le genre *Cordaites*, mais doivent être mises à part dans le genre *Nœggerathiopsis*.

Faut-il distinguer le *N. aequalis* et le *N. Hislopi* ? M. Zalessky

(1) A. C. SEWARD : *Fossil plants*, vol. IV p. 243-244.

(2) M. D. ZALESSKY : Sur le *Nœggerathiopsis aequalis* Gœpp. sp.; feuilles du *Mesopitys Tchihatcheffi* Gœppert sp. Zalessky. (*Bull. Soc. Géol. de France* 4e sér., XVII, pp. 380-389, 1917).

(3) D. ZALESSKY : Sur le *Cordaites aequalis* Gœpp. sp. de Sibérie et sur son identité avec le *Nœggerathiopsis Hislopi* Bunb. sp. de la flore du Gondwana. (*Mém. Comité géologique*, Saint-Pétersbourg ; N. S. Livr. 86, pp. 1-43 ; pl. I-VII ; 1912).

ne peut résoudre actuellement la question et réclame un nouvel examen attentif des formes du *N. Hislopi* du Sud Africain et de l'Inde.

MM. Seward et Sahni (1), dans la révision critique qu'ils ont entreprise des plantes gondwaniennes de l'Inde, ne maintiennent pas la distinction entre les deux genres *Nœggerathiopsis* et *Cordaites*; ils étudient les empreintes, provenant de l'Inde, du *Cordaites (Nœggerathiopsis) Hislopi* Bunb. Ils comparent les préparations épidermiques des feuilles de plusieurs *Cordaitales*, dont Miss Holden avait abordé l'étude. Elle croyait avoir découvert certains caractères, dans la disposition des stomates et leur structure, permettant de maintenir la distinction entre les deux genres. MM. Seward et Sahni reconnaissent, d'après ces préparations, que chez les *Cordaites* les stomates sont disposés en une ou deux files séparées par des bandes sans stomates ; dans le genre *Nœggerathiopsis*, il n'y a pas de disposition en files régulières. Mais les études des cuticules et des stomates sont encore trop peu avancées pour qu'on puisse en tirer des conclusions définitives.

G. *Dadoxylon*. On vient de voir qu'il était impossible de distinguer les genres de *Cordaites* en l'absence de formations primaires. Pour désigner ces tiges pétrifiées, dont le bois secondaire est seul connu et présente une structure d'*Araucarioxylon*, M. Seward (2) propose d'employer le terme *Dadoxylon*, quel que soit l'âge, paléozoïque ou mésozoïque, des fossiles en question.

N. Arber (3) a décrit sous le nom de *Dadoxylon Kayi* une tige à bois secondaire très bien conservé, provenant du houiller du Worcestershire (Angleterre); les trachéides ont trois séries alternes de ponctuations sur leurs faces radiales; les rayons médullaires ont une hauteur très variable (1 à 27 cellules). On ne connaît pas la région périmédullaire.

Il en est de même du *Dadoxylon spitsbergense* que M. Gothan (4)

(1) A. C. Seward and B. Sahni : Indian Gondwana plants : a revision. (*Mem. of the Geol. Surv. India*, N. S., VII, n° 1 ; pl. I, VII, 1920).

(2) A. C. Seward : *Fossil plants*, III, p. 249, IV, p. 176.

(3) N. Arber : The structure of *Dadoxylon Kayi* (*Quart. Journ. géol. Soc.*, LXIX, pp. 454, 457, 9 text. fig., 1913).

(4) W. Gothan : Die fossilen Holzreste von Spitzbergen (*Kungl. Svenska Vetenskaps. Handl.* Bd. 45, n° 8, pp. 5, 7 ; pl.I, fig. 1, 3 ; 1910).

a reconnu parmi les bois pétrifiés du Spitzberg et qui peut être d'âge paléozoïque. Les rayons médullaires ont une hauteur de 2 à 5 cellules ; il n'y a pas traces d'anneaux concentriques d'accroissement (zones dites annuelles).

Miss Holden (1) a rapporté au genre *Dadoxylon* deux espèces nouvelles, d'après l'étude de spécimens à structure conservée provenant du *Permo-Carbonifère* de l'Inde. Le *D. indicum*, du Barakar de Deogarh, est une tige de *Cordaitale* à moelle discoïde, rappelant la structure du *D. Pedroi*, décrit par R. Zeiller du Permo-Carbonifère du Brésil, èt aussi celle du *D. Lafonense* Halle, des îles Falkland : la moelle de ces trois espèces contient des éléments sécréteurs. Les traces foliaires sont doubles ; le bois primaire est endarque, uniquement centrifuge ; il existe une large zone de transition du bois primaire au bois secondaire, qui compte des trachéides sans ponctuations tangentielles et à parois radiales ornées de ponctuations serrées. Fait à noter : le bois secondaire offre des zones d'accroissement. L'autre espèce, le *D. bengalense*, provient de Brahmanbarari, bassin houiller de Jharia, Bengal. C'est une tige dont le bois secondaire offre aussi des zones concentriques très nettes et dont les trachéides ont des ponctuations aréolées sur leurs faces radiales. Ces ponctuations sont le plus fréquemment disposées par groupes de deux à trois, et opposées l'une à l'autre dans le cas où le groupe n'en compte que deux. Cette disposition ne laisse pas de rappeler la structure de certaines tiges de *Cordaitales* du Dévonien, rapportées au genre *Callixylon* Zalessky. Mais en l'absence de données positives sur la disposition et la structure des faisceaux primaires, la comparaison avec d'autres types n'est guère possible.

M. Warren (2) a décrit plusieurs espèces de *Dadoxylon*, conservées au Musée de Natal et provenant de Natal ou de la Terre des Zoulous ; à signaler le *D. australe* Arbr., qui était connu en Australie (*Permo-carbonifère*), le *D.* cf. *latiporosum* Kraus., forme apparentée à une espèce de *Dadoxylon* du Spitzberg.

(1) Ruth Holden : On the anatomy of two palaeozoic stems from India. (*Annals of Botany*, XXXI, pp. 315, 326 ; pl. XVII, XX ; 1917).

(2) E. Warren : On some specimens of fossil woods in the Natal Museum. (*Ann. Natal Museum*. II, pp. 345, 380 ; 3 pl. ; 1912).

Cordaitales et Araucarinées (1). — Nous venons de constater qu'il n'est pas possible de distinguer les *Araucarioxylon* et les *Cordaixylon*, quand on n'a que du bois de formation secondaire. C'est l'un des arguments mis en avant par les partisans de l'origine cordaïtéenne des Araucarinées.

Deux tendances s'accusent parmi les auteurs qui ont abordé la question de l'origine des Araucarinées, voire même des Conifères : les uns les font dériver des *Cordaitales*, les autres des *Lycopodiales*; parmi les premiers, notons que certains paléobotanistes donnent la priorité aux Abiétinées et d'autres aux Araucarinées, ces derniers avec plus de raisons.

M. Scott (2), partisan de l'hypothèse cordaïtéenne, émet quatre principaux arguments :

1. La structure des tiges est semblable, le bois secondaire est formé de trachéides à ponctuations aréolées disposées en séries alternes, comprimées ; chez les *Lycopodinées*, à l'exception du *Sigillariopis Descainei* Renault, les trachéides sont généralement du type scalariforme. Même dans le cas du *S. Descainei*, d'après M. Stiles qui soutient cependant la théorie adverse (3), on est encore loin du type Conifère. M. Stiles qui a étudié spécialement les *Podocarpées* et qui les considère dans ses conclusions comme étant probablement apparentées aux *Araucarinées*, donne un argument contre sa thèse : par son bois primaire à faisceaux endarques la tige des *Podocarpées* rappelle la tige des *Cordaites*.

2. Les racines sont de même type chez les Cordaitales et les Araucariales.

3. Les feuilles des Araucarinées à nervation parallèle ressemblent à celles des Cordaitales. « Dans l'ordre des Podocarpées, écrit M. Stiles, on trouve des feuilles uninerviées dans tous les genres, tandis qu'une seule section dans un genre a des feuilles

(1) Cf. ROBERT BOYD THOMSON : On the comparative anatomy and affinities of the *Araucarineæ* (*Phil. Trans. Roy. Soc.* B, CCIV, pp. 1, 50 ; pl. I. VII, 1912). L. Lancelot Burlingame : The origin and relationships of the Araucarians (*The Botanical Gazette*, LX, pp. 1, 26, pp. 89-110, 1915). D. Edward Jeffrey : The history comparative anatomy and evolution of the *Araucarioxylon* type (*Proc. Americ. Acad.*, XLVIII, pp. 531, 571 ; pl. I, VIII ; 1912).
WIELAND : Araucariales. Relationships (*Encyclopedia Americana*, 1919, p. 137).

(2) D. H. SCOTT : *Studies ;* pp. 653, 658.

(3) WALTER STILES : The Podocarpeæ (*Ann. of Bot.*, XXVI, pp 501, 507 ; 1912).

plurinerviées » et ce genre (Nageia) serait le moins primitif et dériverait, d'après lui, d'un type à feuilles uninerviées. Cependant M. Seward et Miss Ford (1906), partisans de l'origine lycopodéenne des Araucarinées (1), admettent que des feuilles uninerviées de certaines Araucarinées ont pu dériver par réduction de limbes plus larges rectinerviés.

4. Les étamines des Araucarinées, avec leurs sacs polliniques nombreux, se rapprochent assez bien de celles des *Cordaïtées*. Elles diffèrent en tout cas des sporophylles des Lycopodinées qui portent un seul sporange sur leur face ventrale.

En ce qui concerne l'organisation des strobiles femelles, M. Scott admet certaines analogies entre les deux groupes considérés : l'ovule unique, porté sur la face supérieure des écailles des Araucarinées, rappelle en effet le macrosporange isolé sur la face ventrale du sporophylle des Lycopodinées ; chez plusieurs *Lycopodinées* fossiles (*Miadesmia, Lepidocarpon)* et chez les Sélaginelles actuelles on observe d'ailleurs une tendance à la réduction du nombre des macrospores, à la production de plus en plus hâtive du prothalle interne, bref à la formation d'une graine.

Ces arguments favorables à l'origine lycopodéenne des Araucariales sont développés par M. Stiles. D'un autre côté M. Thomson, dans l'étude anatomique comparée des Araucarinées, que nous avons citée, trouve des faits concluants selon lui pour la théorie cordaïtéenne. Il signale entre autres, des canaux à gomme dans la moelle du cône de l'*Araucaria imbricata* ; il est d'avis que ce caractère est primitif et que les ancêtres des Araucarinées possédaient ces canaux gommeux.

Somme toute, les deux tendances ont de bons arguments en leur faveur ; cependant, en l'état actuel de la science, les arguments favorables à l'hypothèse de l'origine cordaïtaléenne paraissent avoir plus de valeur.

Cordaitales et Gnetales. — Nous citons à ce sujet l'opinion de Lignier et de M. Tison (2) : « C. E. Bertrand (3), après B. Renault

(1) Cf. Seward : *Fossil Plants*, IV, p. 117 ; 1919.

(2) O. Lignier et A. Tison. Les Gnétales, leurs fleurs et leur position systématique. *(Ann. Sc. Nat., Botanique,* XVI, pp. 55, 185, 40 fig. dans le texte, 1912).

(3) C. Eg. Bertrand. Le bourgeon femelle des Cordaïtées, d'après les préparations de Bernard Renault. *(Bull. Soc. Sc. Nancy,* sér. 3, XII, 1911).

et en se basant sur divers caractères anatomiques et morphologiques, à diverses reprises a rattaché les Gnétales aux Cordaïtales. D'autre part, dans un mémoire récent il admet qu'à l'intérieur du bourgeon femelle des Cordaïtées il existe des fleurs femelles, lesquelles sont réduites à leur appareil femelle et sont probablement axillaires. C'est là, on ne peut que le reconnaître, une interprétation qui, à première vue, rappelle singulièrement notre description du cône du *Welwitschia*. Toutefois, dans ces conclusions, Bertrand lui-même ajoute : « L'appareil femelle est un ovule nu, orthotrope, unitégumenté comme celui des *Gymnospermes.* » Or cette conclusion, qui rapproche les Cordaïtes des Conifères, ne s'accorde pas du tout avec l'organisation réelle de la fleur du *Welwitschia*. Du reste, bien d'autres différences s'opposent, croyons-nous, à un tel rapprochement et, malgré le redressement des sores chez les Cordaïtées, redressement qui rappelle la position des synanges du *Welwitschia*, malgré, de part et d'autre, la réduction des organes floraux et leur agglomération en des inflorescences complexes, malgré aussi certaines particularités anatomiques communes, particularités qui, du reste, se retrouvent dans plusieurs groupes gymnospermes proches parents, nous ne croyons pas que les Cordaïtales soient réellement parmi les ancêtres directs du *Welwitschia*, c'est-à-dire des *Gnetales*.

G. Conifères ou plantes incertæ sedis.

On désigne sous le nom de *Schizodendron* Eichwald (= *Tylodendron* Weiss) des moules d'étuis médullaires qu'on a souvent trouvés dans le Permien de Saxe, de Brive, de l'île du Prince Edouard (Canada). Miss Holden (1) a attiré l'attention sur l'abondance de ces débris dans les couches qui constituent le rivage méridional de l'île du Prince Edouard. L'étude détaillée de quelques échantillons silicifiés ne lui permet pas de considérer les *Schizodendron* comme si apparentés aux *Cordaitales* qu'on pourrait le croire et, si le bois secondaire, par les séries juxtaposées de ponctuations, se rapproche de celui des *Araucarioxylon*, il ne lui paraît

(1) Ruth Holden : Some Fossil plants from Eastern Canada. (*Ann. of Botany*, XXVII, pp. 243, 255 ; pl. XXII et XXIII ; 1913).

pas cependant possible de rapporter ces étuis médullaires à aucun groupe de Conifères actuelles.

M. F. E. Weiss (1) a décrit comme *Tylodendron T.* (*Cowardii* n. sp.) un moule d'étui médullaire trouvé aux environs d'Atrincham (Cheshire) et qui offre dans le bois secondaire des caractères d'*Araucarioxylon* et d'autre part des caractères cycadéens (trachéides scalariformes, canaux sécréteurs dans le parenchyme médullaire). La conclusion de M. Weiss, c'est que divers membres parmi les *Araucarinées* et les *Cordaitales* ont dû donner naissance à ces fossiles connus sous le nom de *Tylodendron*. Les étuis médullaires des *Voltzia* sont d'ailleurs analogues, comme l'admet M. Seward qui place les *Schizodendron* et les *Voltzia* parmi les Conifères incertæ sedis (2).

Le genre *Psygmophyllum* Schimper a été primitivement établi sur des empreintes de feuilles flabelliformes du Westphalien anglais. A l'occasion de la description d'une nouvelle forme le *Ps. Majus* du *Carbonifère inférieur* (ou peut être du *Dévonien supérieur*) de Terre-Neuve, espèce dont les feuilles flabelliformes pouvaient atteindre 17 cm de longueur. Newell Arber (3) a fait la critique des empreintes nombreuses que les paléobotanistes ont classées dans ce genre et s'est efforcé d'en rechercher les affinités. Pour ne citer que les formes décrites depuis 1910, il paraît bien que le *Psygmophyllum Delvali* Cambier et Renier (4) soit une large feuille de *Cordaites*, comme l'admettent Arber et M. Seward (5). Quant au *Psygmophyllum majus* Arber, il se distingue surtout de l'espèce type du genre, le *Psygmophyllum flabellatum* (= *Næggerathia flabellata* Lindley et Hutton) par le limbe plus large, moins obovale.

(1) F. E. WEISS : A Tylodendron-like fossil. (*Mem. and Proc. Manchester Lit. and Phil. Soc.*, LVII, 12 pp. ; pl. I and II ; nov. 1913).

(2) A. C. SEWARD : *Fossil plants*, IV, pp. 289, 295 ; 1919.

(3) A. C. NEWELL ARBER : On *Psygmophyllum majus* sp. nov. from the Lower Carboniferous rocks of Newfoundland, together with a revision of the genus and remarks on its affinities. (*The Transactions of the Linnean Society of London*, 2ᵈ Ser. Botany, VII, pt 18, pp. 391-407; pl. XLII-XLIV ; April 1912).

(4) R. CAMBIER et A. RENIER : *Psygmophyllum Delvali* n. sp. du terrain houiller de Charleroi (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, II, pp. 23-29, 1 pl., Mém. in-4°, 1910).

(5) A. C. SEWARD : *Fossil Plants*, IV, p. 89, 1919.

(A suivre)

Nemours. — Imp. ANDRÉ LESOT. Le Gérant : Emile MICHAUDON.

LES MOUSSES
ET LES HÉPATIQUES FOSSILES DES TUFS
DU LAUTARET (HAUTES-ALPES) (1)

par M. Robert DOUIN

Avant d'exposer les résultats de mes recherches sur la flore muscinale fossile des tufs du Lautaret, j'ai pensé qu'il y aurait intérêt à donner tout d'abord un aperçu de l'état de nos connaissances sur les Muscinées fossiles.

I. — Connaissances actuelles sur les Muscinées fossiles

Les Mousses et les Hépatiques fossiles ne sont connues, aujourd'hui encore, qu'en relativement petit nombre.

En effet, le primaire n'a fourni qu'un seul type de Mousse, le *Muscites polytrichaceus* Renault et Zeiller [**38**] du Stéphanien de Commentry.

A la base du lias, on a trouvé une plante aquatique que Buckman a nommée *Najadita* et classée dans les Monocotylédones ; de l'avis de Gardner [**10**] et de plusieurs cryptogamistes, il s'agirait d'une Mousse voisine des *Fontinalis*.

Ce n'est que dans les terrains tertiaires qu'on a pu recueillir un assez grand nombre d'échantillons.

Brongniart, dans son Histoire des végétaux fossiles [**3**], a décrit deux *Muscites*, dont le *M. Tournalii*, provenant des calcaires

(1) Les recherches concernant ces Muscinées fossiles ont été commencées au Laboratoire du Jardin alpin du Lautaret, dont le directeur, M. le Professeur Mirande voudra bien agréer ici tous mes remerciements pour le cordial accueil qu'il a bien voulu me faire.

d'Armissan (Aude), pour lequel il a créé ce genre et qui, d'après Schimper, serait à rapprocher des *Fontinalis*.

Gœppert a étudié, dans l'ambre du N. E. de l'Allemagne, un certain nombre de Mousses qu'il a rapportées, dans un premier mémoire, en collaboration avec Berendt [**11**], au genre *Muscites*. Dans un travail postérieur [**12**], il a repris ces *Muscites* et les a identifiés à des espèces vivant encore actuellement ou à des formes se rapprochant beaucoup de ces espèces, à l'exception de deux : les *Muscites serratus* Gœpp. et *M. hirsutissimus* Gœpp. et Ber. Il a ainsi décrit une quinzaine d'espèces, réparties en sept genres (*Phascum, Dicranum, Trichostomum, Hymenostomum, Polytrichum, Grimmia, Barbula*). Schimper, qui en a donné une énumération complète dans son traité de Paléontologie végétale [**31**], a d'ailleurs critiqué certaines de ces déterminations. Il a montré, entre autres, que l'un des *Polytrics* était un *Atrichum*, qu'on pouvait, tout au plus, dire de l'*Hymenostomum trichostomum* Gœpp. que c'était une Weisiée, et que le *Muscites hirsutissimus* ne pouvait pas être une Mousse.

Heer a signalé, dans sa Flore tertiaire de Suisse [**13**], trois Hypnacées, les *Hypnum Schimperi* Heer, *H. Heppii* Heer et *H. œningense* ; ce dernier, selon Schimper, serait un *Thuidium*.

De Saporta a décrit, dans son Etude sur la végétation du S. E. de la France à l'époque tertiaire [**27**], des Mousses qu'il classe dans le genre *Muscites*, au total une dizaine d'espèces trouvées dans les calcaires d'Allauch (B. du R.), les calcaires de Saint-Zacharie (Var), les gypses d'Aix ou les calcaires d'Armissan (Aude). Si Gœppert a voulu ramener toutes ses espèces de l'ambre à des espèces actuelles, peut-être à tort, comme les critiques de Schimper tendent à le montrer, il semble que de Saporta ait exagéré en sens inverse en ne cherchant pas suffisamment à comparer ses *Muscites* aux genres et espèces actuels. Il indique bien cependant quelques ressemblances avec celles-ci, mais ces rapprochements ne peuvent que laisser sceptiques les bryologues. En effet, on se demande comment le *Muscites pereger* du gypse d'Aix peut être analogue à la fois au *Polytrichum commune* et au *Dicranum scoparium* ou encore comment de Saporta a pu comparer le *Muscites setosus* à la fois à l'*Hypnum serpens*, l'*H. tenellum* et l'*H. cuspidatum*, étant donné la seule différence de taille entre les deux premiers et le

troisième. Notons que Schimper a fait des *Hypnums* de la plupart de ces *Muscites*.

Unger [**35** et **36**] a signalé, dans les schistes calcaires de Styrie, deux *Muscites*, les *M. Schimperi* Unger et *M. hypnoides* Unger que Schimper a classés dans le genre *Hypnum (H. Schimperi et H. Ungeri)*.

Ludwig [**19**] a décrit un *Hypnum carbonarium* Ludw. provenant des Lignites de Salzhausen, et dans l'hématite brune de Dernbach (Nassau) un *Gymnostomum ferrugineum* Ludw. que Schimper a reconnu comme une Sphaigne et dont il a fait le *Sphagnum Ludwigii* Sch.

Ettingshausen [**6**] a trouvé dans les calcaires bitumineux de Haering (Tyrol) l'*Hypnites hæringianum* Ettings.

Sismonda [**34**] a figuré, dans ses Matériaux pour servir à la Paléontologie des terrains tertiaires du Piémont, de belles empreintes d'une Mousse que Schimper a déterminée *Fontinalis Sismondana* Sch.

Weber a décrit et figuré dans sa flore tertiaire du Bas-Rhin [**37**] un *Hypnum lycopodioides* O. Weber (*H. Weberianum* Sch.).

Marty [**20** et **21**] a mentionné, dans les cinérites de Las Clausades, la présence de deux Mousses, et dans le miocène de Joursac, une espèce nouvelle du g. *Muscites*, le *M. joursacensis* Marty et un *Hypnum* (*H. mastodontum* Boulay).

Ce dernier a été décrit par l'abbé Boulay [**2**] sur des échantillons provenant du pliocène du Mont-Dore où cet auteur a également trouvé un *Mnium* et un autre *Hypnum*.

Laurent et Marty ont signalé, dans les cinérites de Saint-Vincent-la-Sabie (Cantal), un *Muscites* [**18**] et il a été trouvé dans celles de Niac un *Thuidium*.

Dans le traité de Paléontologie de Zittel [**40**], Schimper a fait mention d'empreintes de Mousses trouvées dans les lignites de Bonn et appartenant aux genres *Campylopus* et *Orthotrichum*.

De trois gisements d'âge pliocène inférieur et pliocène supérieur, situés près de la frontière germano-hollandaise, Clément et Eleanor Reid [**25** et **26**] ont donné une liste importante d'Hypnacées (quinze espèces appartenant aux genres : *Hypnum, Eurynchium, Amblystegium, Brachythecium, Thuidium, Homalothecium, Hylocomium, Neckera, Homalia, Pseudoleskea, Pinatella)*, et signalé

quelques Mousses acrocarpes : le *Ditrichum tortile* Ldb., le *Philonotis fontana* Brid. et une espèce nouvelle le *Mnium antiquorum* Card. et Dixon.

Engelhardt et Kinkelin [**5**] ont recueilli dans le pliocène supérieur de la vallée du Main de nombreux restes de Mousses pleurocarpes qu'ils ont placées au voisinage des genres *Neckera*, *Leskea*, *Heterocladium*, *Eurhynchium*, *Thamnium*, et *Anomodon*.

Enfin, on a trouvé dans des dépôts quaternaires quelques Mousses qui ont pu, pour la plupart, être déterminées comme des espèces vivant encore actuellement. C'est ainsi que O. Weber [**37**] a signalé, dans une tourbière quaternaire, parmi des débris végétaux, deux *Hypnums* dont il a fait des espèces nouvelles, mais que Schimper a rapportées dans la suite aux *H. Sendtneri* et *H. aduncum*. De cette même tourbière provient le *Cryptotheciun antediluvianum* Hübener qui, encore d'après Schimper, ne peut pas être autre chose qu'un *Sphagnum*.

Les Hépatiques fossiles sont encore moins nombreuses et ce sont surtout des Hépatiques à thalle du groupe des Marchantiées et des Hépatiques à feuilles du groupe des Jungermanniées acrogynes.

On ne connaît aucune Hépatique paléozoïque ; les plus anciennes ont été découvertes dans le trias supérieur de Silésie et le lias des environs de Cracovie, et décrites par Raciborski [**23** et **24**] sous le nom de *Palaeohepatica Rostafinskii*. C'est une véritable Marchantiée comme le montre bien la figure de Raciborski ; cette figure est reproduite dans la Paléobotanique de Zeiller [**39**].

Seward [**32**] a rapporté aux Marchantiées et appelé *Marchantites erectus* un fossile provenant de l'oolithique inférieur du Yorkshire, déjà décrit par Bean comme une Fucacée, sous le nom de *Fucoides erectus* et ramené par Schimper [**31**] au genre actuel *Haliseris*. Cette plante, comme précédemment les *Najadita*, nous montre bien l'incertitude de certaines déterminations. Ce *Marchantites* a été retrouvé par Fontaine [**9**] dans les couches jurassiques de l'Oregon, mais Knowlton a mis en doute cette détermination et si on compare les figures de Seward et de Fontaine il semble bien qu'il ait raison.

Knowlton [**16**] a signalé un *Preissia* fossile, le *Preissites Wardii* Knowlton, provenant des couches de Laramie.

Fliche [**8**] a décrit dans le jurassique des environs de Nancy sur

une empreinte unique et peu caractéristique un *Marchantites oolithicus*, mais la figure comme les descriptions de l'auteur laissent bien des doutes sur cette détermination.

Outre ces Marchantiées, une Hépatique à thalle décrite sous le nom de *Blyttia infracretacea* et une tige feuillée déterminée *Jungermannites vetustior* ont été trouvées dans l'urgonien du Portugal par de Saporta [**30**].

Le tertiaire a fourni un plus grand nombre d'Hépatiques fossiles

Gœppert a découvert, dans l'ambre de l'Allemagne du N. E., de nombreuses Jungermanniées acrogynes qu'il a identifiées à des espèces actuelles [**12**] ; dans un premier mémoire écrit avec Berendt [**11**], il avait classé certaines de celles-ci dans le genre *Jungermannites*, créé à cette occasion, de même qu'il avait classé dans le genre *Muscites* — comme nous l'avons vu précédemment — certaines Mousses qu'il a rapportées ensuite à des genres et même, pour quelques-unes d'entre elles, à des espèces vivant actuellement. Il a donné une liste de onze espèces : *Aneura palmata*, *Lejeunea serpyllifolia*, *Radula complanata*, *Frullania dilatata* et sept autres espèces de l'ancien genre *Jungermannia*. Schimper, dans le traité de Zittel, considère ces déterminations comme douteuses « ces fossiles étant représentés par de trop petits échantillons ».

Berry [**1**] a signalé tout récemment dans l'éocène inférieur de l'embouchure du Mississipi, une nouvelle Marchantiée fossile, le *Marchantites Stephensoni* Berry qui, dit-il, est à rapprocher du *Marchantia pealei* Knowlton [**17**] ; cette dernière espèce a été faite sur de magnifiques empreintes provenant des couches de l'éocène de Fort-Union (Montana).

De Saporta, dans sa Flore de Sézanne [**28**], cite deux *Marchantia*, le *M. sezannensis* (*Marchantites sezannensis* Brongniart [**3** et **4**]) et le *M. gracilis* Sap. Dans ses Etudes sur la végétation du S. E. de la France à l'époque tertiaire [**27**], il signale un *Marchantites sinuatus* dans le miocène d'Allauch et un *Marchantia dictyophylla* dans le gypse d'Aix. Il indique encore dans ce mémoire quelques Jungermanniées trouvées dans les schistes du bois d'Asson, un *Blyttia multisecta*, un *Jungermannites pulcher*, qui serait analogue au *Plagiochila asplenioides* et un autre *Jungermannites* des gypses d'Aix.

Schimper a créé un *Plagiochila saportana* pour un échantillon

qui lui fut communiqué par de Sarporta et qui provenait du calcaire miocène de Manosque.

Enfin, Engelhardt et Kinkelin [**5**] ont trouvé dans le pliocène de la vallée du Main un *Marchantia* d'une espèce indéterminable.

Nos connaissances sur les Hépatiques fossiles des terrains quaternaires sont comme celles des Mousses, très restreintes. De Saporta [**29**] a signalé le *Pellia epiphylla* dans les tufs de Saint-Zacharie (Provence) et Planchon [**22**] le *Fegatella conica* dans les tufs de Montpellier.

L'étude des tufs du Lautaret, dont je vais exposer ici les résultats, vient compléter ces quelques données sur les Muscinées fossiles du quaternaire.

II. — Origine et âge des tufs du Lautaret

La présence au col du Lautaret de trois tufs calcaires à empreintes végétales a été signalée par Kilian [**14**] dans une note à l'Académie des Sciences. Deux d'entre eux sont situés au N.-O. du col et l'un de ceux-ci a été, à différentes reprises, exploité comme pierre à bâtir. Le troisième dépôt — le seul qui nous intéresse vraiment ici — est situé à l'Est du col, entre le cours supérieur de la Guisane et son premier affluent qui descend des marécages du bord de la route de Briançon. Kilian a précisé l'origine et la nature de ces tufs : « La source qui lui a donné naissance existe encore quoique très réduite ; elle tire sa teneur en calcaire des assises du lias et sourd au pied d'une moraine qui recouvre en partie la portion supérieure du gisement ». Ce tuf forme « au-dessus du Flisch une couche épaisse de 4 à 5 m », ferrugineuse dans sa partie supérieure, tandis que les couches inférieures sont blanches et plus compactes.

Après avoir signalé l'abondance de débris végétaux dans ce tuf, en particulier celle de feuilles de saule, l'auteur termine en indiquant l'âge approximatif des trois gisements : ils sont relativement récents et leur formation a commencé antérieurement à l'époque où le glacier de Combeynot se retira définitivement du col du Lautaret. Les tufs du N.-O. du Lautaret — caractérisés, toujours d'après Kilian, par la prédominance des restes de pin — sont plus anciens : Kilian et Revil [**15**] les attribuent à une phase antérieure à l'une des récurrences de la IV^{e} glaciation.

III. — Flore des tufs du Lautaret

L'étude des empreintes végétales de ces tufs a été faite par P. Fliche [7] qui a décrit diverses Dicotylédones et Gymnospermes et signalé des restes de Graminées, de Cypéracées et de Muscinées indéterminables.

Les Muscinées fossiles que je vais décrire ici proviennent toutes des tufs à feuilles de saule de la vallée de la Guisane. Ce ne sont pas des empreintes, mais des Mousses ou Hépatiques qui ont été minéralisées par l'action des eaux chargées de carbonate de chaux : la substance minérale n'a pas seulement enveloppé les tiges et les feuilles, elle a entièrement imprégné les cellules et leurs parois.

D'une manière générale, ces Muscinées sont très abondantes et constituent presque à elles seules des morceaux entiers de tufs.

J'ai pu déterminer cinq espèces de Mousses du groupe des Hypnacées et cinq espèces d'Hépatiques appartenant toutes aux Jungermanniacées acrogynes.

A. — *Mousses*.

1. *Amblystegium riparium* Br. — Cette Hypnacée est abondamment représentée et j'ai pu en récolter plusieurs beaux échantillons dont l'un est reproduit sur la photographie I de la planche 1. Ces touffes sont lâches, les tiges ordinairement simples et épaisses, les feuilles un peu lancéolées et assez longuement acuminées. Ces échantillons sont à rapporter à l'une des variétés de l'*A. riparium* qui est très polymorphe.

Il faut noter que les tiges entières sont terminées par une partie longue, étroite et effilée, différente d'aspect du reste de la tige et qui semble indiquer qu'à un moment donné, — sans doute par suite d'un changement dans les conditions écologiques — cette Mousse aurait fini par végéter, ne se trouvant plus dans les conditions de sa vie normale. Cette idée est confirmée par le fait qu'à l'encontre des autres espèces, celle-ci, qu'on ne trouve que dans la partie inférieure du tuf, a complètement disparu.

D'après Amann (1) l'*A. riparium* ne dépasserait pas 1.100 m. d'altitude. Il n'y a cependant pas lieu de s'étonner de le rencontrer

(1) AMANN. Flore des Mousses de Suisse.

à l'état fossile vers 2.000 m. : je l'ai en effet trouvé vivant à cette altitude dans la même région, au voisinage des châlets d'Arsine.

2. *Hypnum commutatum* Hedw. — C'est de beaucoup la Muscinée dominante avec les deux espèces voisines que nous allons étudier ensuite et qui d'ailleurs ne sont guère que des modifications de celle-ci, entre lesquelles il existe de nombreuses formes intermédiaires. Les longues tiges pennées portant de nombreux rameaux distiques et légèrement arqués, les feuilles des tiges relativement espacées, celles des rameaux falciformes et tournées d'un même côté sont tout à fait caractéristiques de l'espèce (Pl. 1 ; Phot. II) et ne peuvent absolument laisser aucun doute sur la détermination.

3. *Hypnum irrigatum* Zett. — Très abondant, il se différencie bien de l'espèce précédente par ses rameaux qui ne présentent plus les dispositions distiques, mais sont fasciculés, les feuilles sont falciformes et tournées d'un seul côté, comme dans l'*H. commutatum*. (Pl. 2 ; phot. III).

4. *Hypnum falcatum* Brid. — Échantillons peu nombreux, représentés par quelques tiges mélangées aux espèces précédentes dont il se distingue par ses tiges plus robustes, ses rameaux peu nombreux et plus gros ; les feuilles sont légèrement plus grandes, mais également falciformes et tournées d'un même côté.

Il est assez curieux de constater que cette espèce, peu abondante à l'état fossile — nous avons vu que l'*H. commutatum* est dominant — est aujourd'hui très répandue dans les petits ruisseaux marécageux qui se trouvent au-dessus des tufs où elle constitue un des éléments essentiels de la flore muscinale. Aujourd'hui, on ne trouve plus guère l'*H. commutatum* que sur les bords du petit affluent de la Guisane ou sur les pierres de ce ruisseau.

5. *Hypnum* sp. ? — Cet échantillon (Pl. 2 ; phot. II) est représenté par deux tiges feuillées dont l'une assez bien conservée. D'après la taille des tiges, la forme des feuilles légèrement recourbées, les plis qui sont d'une netteté remarquable sur l'une des feuilles, il semble bien qu'il s'agisse de fragments appartenant à l'une des deux dernières Mousses décrites.

6. *Eurynchium circinnatum* B. E., var. *deflexifolium* Boulay. — Cette Hypnacée est assez bien caractérisée par ses feuilles ovales denticulées sur leur pourtour et acuminées. La taille des échantillons et aussi leurs feuilles tournées d'un même côté les rapprochent davantage de la variété *deflexifolium* Boulay que de l'espèce type.

B. — Hépatiques.

Les débris de Jungermanniacées sont abondants et constituent comme les Hypnacées la majeure partie de certaines portions de tuf.

Toutefois, les échantillons déterminables se réduisent à quelques morceaux de tiges feuillées à peu près intactes. J'ai pu reconnaître cinq espèces appartenant à cinq genres différents, espèces qui sont certainement mélangées dans ces tufs. A l'exception de deux, je les ai retrouvées vivantes à la surface de ceux-ci, ou sur les bords de l'affluent de la Guisane. L'une d'entre elles, le *Lophozia Hornschuchiana* pousse en grosses touffes dans les petits ruisseaux où j'ai signalé plus haut l'*H. falcatum*.

1. *Lophozia Hornschuchiana* Nees. — Représenté par deux échantillons déterminables. L'un est constitué par une tige flexueuse de trois à quatre cm., portant des feuilles en assez mauvais état, mais que l'on peut cependant rapporter à cette Jungermanniée. L'autre, provenant de la partie ferrugineuse du tuf, est mieux conservé : c'est un court morceau de tige qui porte des feuilles à peu près intactes ; celles-ci sont larges et bilobées avec grand sinus et leur bord antérieur est nettement décurrent.

2. *Jamesoniella Carringtoni* (Balf.) Schiffner var. *alpina* R. Douin. L'Hépatique représentée sur la photographie V de la Planche 2 appartient certainement au genre *Jamesoniella* comme le montrent ses feuilles alternes, décombantes, insérées obliquement et à moitié embrassantes, entières et presque rondes.

La plante, dont les feuilles sont espacées le long de la tige et ne se recouvrent pas ou se recouvrent faiblement les unes les autres, offre une très grande ressemblance avec le *Jamesoniella Carringtoni*, tant par la forme de ses feuilles que par leur mode d'insertion,

d'abord transversale et ensuite assez longuement décurrente. Les feuilles de l'échantillon fossile sont cependant moins réniformes que dans la forme typique et la décurrence est plutôt moins longue.

Le *Jamesoniella*, *Carringtoni* n'a d'ailleurs été trouvé jusqu'ici qu'en Écosse et aux îles Fär-Öer, où il ne dépasse pas 800 mètres, alors que les tufs du Lautaret sont situés aux environs de 2.000 mètres. Ce serait, d'après Müller (1) un des représentants de la flore européenne à origine tropicale. En outre, le *Jamesoniella Carringtoni* n'a jamais été signalé sur terrain calcaire.

Ce sont toutes ces raisons qui m'ont conduit à faire de ce fossile une variété nouvelle du *J. Carringtoni*, alors que l'impossibilité de la vérification microscopique, empêchait, soit de l'identifier entièrement à ce dernier, soit d'en faire une espèce nouvelle.

3. *Pedinophyllum interruptum* (Nees) Schiffner. — La photographie VI de la Planche 2 représente une portion de tige de cette Hépatique, vue par la face inférieure ; elle a environ 12 mm. de longueur. Les feuilles sont entières, quadrangulaires, arrondies (plus arrondies au sommet de la tige stérile) décurrentes et étalées horizontalement. Ce dernier caractère, d'une netteté parfaite dans la partie inférieure de la tige, m'a permis, en l'absence de celui des amphigastres d'écarter la possibilité d'un *Chiloscyphus*, d'autant plus que les espèces de ce genre ne sont pas calcicoles.

4. *Plagiochila asplenioides* L. — Plusieurs morceaux de tiges feuillées, faciles à déterminer, non seulement par la taille — on sait que le *Plagiochila* est une des plus grandes Hépatiques à feuilles — mais aussi par ses larges feuilles presque rondes, longuement décurrentes sur la tige et dentées sur les bords (Pl. 2 ; phot. VI).

5. *Aplozia riparia* (Tayl.) Dum. — Une tige d'un centimètre de long environ portant des feuilles presque étalées, oblongues, un peu plus longues que larges et insérées sur la tige par une large base, appartient certainement à cette espèce ; mais de par la taille de l'échantillon, ce serait plutôt la variété *potamophila* Bern. (Cat. Hép., du S.-O. de la Suisse, p. 59), variété qui pousse habituellement dans l'eau et qui est légèrement plus grande que l'espèce type (Pl. 2 ; phot. VII).

(1) K. Müller. — Die Lebermoose, in Rabenhorst's Kryptogamen-Flora.

* * *

On voit donc, par ce court exposé quelle est l'importance des Bryophytes, en particulier celle des Mousses dans les tufs de la Guisane, et il serait intéressant que des recherches à ce point de vue y fussent continuées. Il est très vraisemblable qu'on pourrait y retrouver certaines Marchantiées abondantes dans la région, telles que *Marchantia polymorpha*, *Fegatella conica*, *Preissia commutata* et aussi des *Pellia*.

J'ai vivement regretté que l'état de la carrière ouverte dans les tufs, à proximité du Jardin alpin (tufs à restes de pin) mais abandonnée depuis quelque temps déjà, ne m'ait pas permis d'y récolter des échantillons susceptibles d'être déterminés de façon certaine. Il eut été intéressant de se rendre compte si l'étude comparée des Muscinées des deux florules conduisait aux résultats auxquels P. Fliche a été amené par celle des végétaux supérieurs. Cet auteur a, en effet, montré que ces deux flores sont tout à fait différentes et appartiennent à deux types de végétation distincts; effectivement, elles ne renferment pas une seule espèce de Phanérogames qui leur soit commune.

J'indiquerai toutefois que des débris de tiges de Mousses provenant de ces tufs à restes de pin me paraissent — comparativement à ceux des tufs à feuilles de saule — pouvoir être rapportés à l'*Hypnum commutatum* ou aux espèces voisines de ce dernier.

Index bibliographique

[1] **Berry** (E. W.). — Additions to the flora of the Wilcox group (*Un. States Géol. Surv. Profess. Paper*, 131-A, p. 4, Washington, 1922).

[2] **Boulay**. — Flore pliocène du Mont-Dore (pp. 44-46, fig. 9, in texte; pl. 1, fig. 1 et 2), Paris 1892.

[3] **Brongniart**. — Histoire des végétaux fossiles (pp. 93-95), Paris 1837.

[4] — Tableau des genres des végétaux fossiles (*Dict. Un. d'Hist. Nat.*, 1849).

[5] **Engelhardt und Kinkelin.** — Oberpliocäne Flora und Fauna des Untermaintales (*Abhandl. d. Senckenb. Naturf. Gesellsch*, t. 29, pp. 187-189, Taf. 22, 1908).

[6] **Ettingshausen.** — Die tertiäre flora von Hœring in Tirol (p. 27, Taf. 4, fig. 12).

[7] **Fliche.** — Flore des tufs calcaires du Lautaret (Hautes-Alpes) et d'Entraigues (Savoie). (*Bull. Soc. Géol. de France*, 4e série, t. IV, p. 387, 1904).

[8] **Fliche et Bleicher.** — Etude sur la flore de l'oolithe infr aux environs de Nancy (*Bull. Soc. Sc. nat. de Nancy*, t. VI; fasc. XIII; 14e année, 1881).

[9] **Fontaine, in Ward.** — Jurassic Flora of Douglas County (Oregon): (*Un. States Geol. Surv.*, Mon. 48, p. 52; pl. VII, 1905).

[10] **Gardner.** — On mesozoic Angiosperms (*Geol. mag.*, III, p. 203, 1886).

[11] **Gœppert et Berendt.** — Organ. Rest. im Bernstein.

[12] **Gœppert.** — Ueber die Bernstein-Flora (1853).

[13] **Heer.** — Flora tertiara Helvetiæ (I., p. 28, Taf. III, fig. 6, 7 et 8, Winterthur, 1855).

[14] **Kilian.** — Sur les tufs calcaires du col du Lautaret (Hautes-Alpes). (*C. R. Ac. des Sc.*, t. II, p. 574, 1894).

[15] **Kilian et Revil.** — Mémoires pour la carte géologique de France. Alpes occidentales (tome 1).

[16] **Knowlton.** — A new fossil Hepatic from the lower Yellowstone in Montana (*Bull. Torrey. bot. Club*, XXI, p. 458, 1894).

[17] — Description of new fossil liverwort from the Fort Union Beds of Montana (*Un. States Nat. Mus. Proceedings*, vol. 35, pp. 157-159, pl. 25, 1909).

[18] **Laurent.** — Flore pliocène des cinérites du Pas de la Mougudo et de Saint-Vincent-la-Sabie (Cantal), avec une introduction géologique et paléontologique par Marty. (*Ann. du Museum Hist. nat. Marseille*, Géol. t. 9).

[19] **Ludwig.** — Fossile Pflanzen d. ælt. Wetter. Tertiär-Format. (*Palaeontographica*, vol. VIII).

[20] **Marty.** — Flore miocène de Joursac. (Paris, Baillière, 1903).

[21] — Végétaux fossiles des cinérites pliocènes de Las Clausades (Cantal). (Aurillac, Bancharel, 1905).

[22] **Planchon.** — Etude des tufs de Montpellier, p. 51 (Paris, 1864).

[23] **Raciborski**. — Ein fossiles Lebermoos aus der Keuperformation (*Schles. Ges. f. Vaterl. Kultur*, nov. 1892).

[24] — Flora Kopalna ogniotrwalych glinek Krakowisch. Czesc I. (*Pamietnik Wydz. mat. pzyr. Akad. Umiej*, XVIII, p. 143, 1894).

[25] **Reid, Clément and Eleanor**. — The pliocene Floras of the Dutch Prussian Border (*Mededeeling van de Rijksopstoung van Delfstoffen*, n° 6, pp. 51-53, 1915).

[26] — On two preglacial Floras from Castle-Eden (*Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. LXXVI, pl. 2, pp. 104-161, 1920).

[27] **Saporta** (de). — Etudes sur la végétation du S. E. de la France, à l'époque tertiaire (*Ann. Sc. Nat. Botanique*, 4e série, XVII, p. 207 ; XIX, p. 30 ; 5e série, III, p. 68 ; IV, pp. 31-33 ; VIII, p. 40 ; XV, p. 284 ; XVII, p. 6).

[28] — Flore fossile des travertins anciens de Sézanne (*Soc. géol. de France*, 3e série, t. VIII ; Mémoire n° 3, pp. 308 et 312).

[29] — Flore des tufs quaternaires en Provence (*C. R. de la 33e session du Congrès Scientifique de France*, p. 9).

[30] — Flore fossile du Portugal. — Nouvelles contributions à la flore mésozoïque, accompagnées d'une notice stratigraphique, par P. Choffat (Lisbonne 1894).

[31] **Schimper**. — Traité de Paléontologie végétale (Ballière, Paris, 1869).

[32] **Seward**. — Catalogue of the mesozoic plants in the department of Geology British Museum (Natural History). — The Wealden Flora (Londres 1894-95).

[33] — Fossil plants (vol. I, p. 233, Cambridge, 1898).

[34] **Sismonda**. — Matériaux pour servir à la Paléontologie des terrains tertiaires du Piémont (pl. XXI bis).

[35] **Unger**. — Genera et Species plantarum fossilium (pp. 41-43) Vienne, 1850.

[36] — Iconographica Plantarum fossilium (*Denkschr. K. Akad. Wiss.*, Vienne, 1852).

[37] **Weber**. — Tertiärflora der Niederrhein Braunkohlenformation.

[38] **Zeiller**. — Etude sur le terrain houiller de Commentry. Flore fossile, 1re partie. (*Bull. Soc. ind. min.*, 3e série, II ; 2e livre, 1888 ; IV, 2e livre, 1890).

[39] — Eléments de Paléobotanique, Paris, 1900.

[40] **Zittel**. — Traité de Paléontologie (Part. II, Paléophytologie, pp. 70-72 ; trad. par Ch. Barrois, Doin, Paris, 1891).

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE 1.

Phot. 1. — *Amblystegium riparium* Br. (Gr. nat.).

Phot. 2. — *Hypnum commutatum* Hedw. (Gr nat.).

PLANCHE 2.

Phot. 3. — *Hypnum irrigatum* Zett. (Gr. nat.).

Phot. 4. — *Hypnum* sp. ? (× 4).

Phot. 5. — *Jamesoniella Carringtoni* (Balf.) Schiffner, var. *alpina* (R. Douin) (× 4).

Phot. 6. — *Pedinophyllum interruptum* (Nees) Pears (× 4).

Phot. 7. — *Plagiochila asplenioides* L. (× 4).

Phot. 8. — *Aplozia riparia* (Tayl.) Dum. (× 4).

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE
LA MORPHOLOGIE, DE L'ANATOMIE COMPARÉE, DE LA PHYTOGÉNIE ET DE LA BIOGÉOGRAPHIE
DES
CASUARINACÉES

par M. Jacob de CORDEMOY

Cette remarque faite, nous allons montrer qu'il y a une corrélation entre la structure propre des faisceaux externes du rameau des *Casuarina* et la disposition de ce tissu spécial qui leur est annexé et que Boodle et Worsdell ont appelé très justement *tissu de transfusion.* De chaque côté du faisceau, en effet, l'observation même rapide permet d'apercevoir de larges éléments, à section polygonale, à membrane épaissie et ponctuée, bien distincts de tout le parenchyme voisin ; ce sont des cellules vasculaires ou trachéides (t) qui forment une série continue mais oblique de dedans en dehors, s'appuyant, d'une part, sur l'une des faces latérales du faisceau, et se terminant, d'autre part, tout contre l'arc endodermique externe (fig. 3 et 4).

Ce tissu particulier n'avait pas échappé aux premiers anatomistes qui s'étaient occupés des *Casuarina*. Lœw avait simplement désigné les éléments de ce tissu comme étant des « cellules épaissies du parenchyme des feuilles. » Lecomte considère cette série de trachéides développée de chaque côté du faisceau comme « une ramification analogue à celle de la nervure médiane d'une feuille ordinaire pour donner des nervures secondaires... Ces ramifications, d'ailleurs très courtes, vont, dit-il, se terminer de chaque côté dans le parenchyme... »

Dans son premier travail de 1894, Morini insiste sur la présence

constante de ces « cellules spéciales ponctuées annexées aux faisceaux corticaux », de chaque côté desquels elles forment « un cordon composé d'une ou deux séries d'éléments » ; et il reconnaît que les éléments « sont, d'autre part, en rapport avec l'assise hypochlorenchymateuse ». Il indique, en outre, que ce tissu spécial a un rôle conducteur et qu'il « facilite beaucoup les échanges nutritifs entre la tige et la côte foliaire ». Il propose, en 1895, de le désigner sous le nom de « paraxylème », terme trop vague pour être retenu.

C'est donc bien à Boodle et Worsdell que revient le mérite d'avoir apporté quelque précision sur ce point. Ils étudient les éléments conducteurs annexés aux « faisceaux corticaux » à la fois sur des coupes transversales et longitudinales ; et ils montrent que ce sont là des groupes de trachéides qui, d'une part, sont en rapport étroit avec les *vaisseaux spiralés* du faisceau, tandis que, d'autre part, ils vont, par un trajet oblique, s'appuyer contre l'endoderme externe, mettant néanmoins, de la sorte, en communication le bois du faisceau avec le tissu en palissade de la côte. En conséquence, ils regardent ces groupes de trachéides comme constituant un *tissu de transfusion*, analogue à celui, bien connu, des feuilles de Gymnospermes. Les faits constatés se trouvaient ainsi exactement interprêtés ; mais on peut s'étonner alors que les auteurs anglais aient négligé de chercher à démontrer que ce qu'ils continuent à nommer les « côtes du rameau » et les « faisceaux corticaux » qui leur correspondent, sont, en réalité, les parties constituantes de feuilles spéciales, adhérentes.

C'est précisément cette démonstration que nous allons tenter, mais non sans avoir, au préalable, rectifié, sur un point, la question des rapports entre le tissu de transfusion et le bois du faisceau. Ces rapports, indiqués par Boodle et Worsdell, sont indiscutables. Mais, ces observateurs n'ayant pas vu la disposition particulière en V des éléments vasculaires du faisceau, telle que nous l'avons décrite plus haut, admettent nécessairement que les trachéides ne peuvent être en rapport qu'avec le seul groupe de vaisseaux de la pointe interne de ce faisceau, qu'ils regardent comme étant du type collatéral ; aussi, d'après eux, les fascicules de trachéides qui, dans leur trajet oblique de dedans en dehors, mettent en communication le pôle ligneux du faisceau avec le tissu chlorophyllien « longent le liber de ce faisceau, dont ils ne peuvent être séparés que par une rangée de cellules ;

mais il est probable, ajoutent-ils, qu'il n'y a de relation vraie qu'avec les vaisseaux du bois. »

Quant à Morini, il a si peu précisé ces rapports entre les trachéides et les éléments vasculaires des « faisceaux corticaux » qui, pour lui aussi, sont simplement collatéraux, que dans toutes ses figures, on voit les groupes latéraux de trachéides appuyés contre le liber du faisceau, comme si ces trachéides étaient en rapport, non pas avec le pôle ligneux, mais avec le pôle libérien. Ses figures, à cet égard, sont constamment inexactes.

Or, toutes les observations que j'ai pu faire chez les *Casuarina* sont parfaitement concordantes sur ce point particulier. Etant donné la disposition en V des éléments vasculaires composant le bois des faisceaux qui correspondent aux côtes, les trachéides se mettent en rapport, non pas avec les vaisseaux qui occupent la pointe interne du faisceau, mais avec les vaisseaux qui jalonnent les branches du V, et particulièrement avec les plus externes d'entre eux, c'est-à-dire avec ceux qui sont situés à l'extrémité de ces branches. Les trachéides sont souvent en contact immédiat avec les vaisseaux ; parfois, comme l'ont vu Boodle et Worsdell, ce contact est indirect, et il y a, interposée entre la trachéide et le vaisseau, une petite cellule à membrane mince. Si donc l'on se contente d'examiner des coupes transversales, il semblerait que le groupe vasculaire interne, celui de la pointe du V, soit complètement isolé, sans relation avec les trachéides de transfusion. Mais il est facile de s'assurer, sur des coupes longitudinales, que les vaisseaux spiralés et annelés qui composent le V ligneux du faisceau, ont un trajet oblique ou courbe, et que, dans leur trajet dans l'entre-nœud, ils se rapprochent et se mettent en contact les uns avec les autres, comme l'ont constaté aussi Boodle et Worsdell (1). Il en résulte que le tissu de transfusion est réellement en relation avec tout le système vasculaire du faisceau, qui forme un ensemble anatomique et physiologique. En d'autres termes, bien que le tissu de transfusion ne soit en connexion qu'avec les vaisseaux les plus externes du V ligneux, il est en communication effective avec tout le bois du faisceau, où circule la sève ascendante.

En résumé : *appuyé, d'une part, aux éléments du système vasculaire en V du faisceau, ce tissu de transfusion, d'ordinaire formé*

(1) *Loc. cit.* (pl. xv, fig. 8.)

d'une ou deux rangées de trachéides, s'étend en divergeant de chaque côté du faisceau, pour aller se terminer contre l'arc d'endoderme externe qui le sépare du parenchyme chlorophyllien.

Il resterait à rechercher l'origine de ce petit appareil conducteur annexé au faisceau, et à indiquer le rôle physiologique qu'on peut lui attribuer. Mais on ne peut le faire utilement qu'après avoir achevé la démonstration entreprise, à savoir que la côte longitudinale du rameau, ainsi que le faisceau qui lui correspond sont bien les éléments constituants d'une feuille spéciale.

Ces éléments, tout d'abord, offrent dans leur structure, la symétrie bilatérale caractéristique de la feuille. Le faisceau libéro-ligneux, qui se trouve exactement dans le plan de symétrie de la côte, lequel est longitudinal et radial, appartient à la nervure de cette feuille et non pas à l'écorce de l'axe caulinaire auquel cette feuille est adhérente ; il ne doit donc pas être qualifié de «cortical». Or, ce faisceau étant normalement orienté, c'est-à-dire ayant son pôle ligneux interne et son liber au pôle opposé, on peut conclure immédiatement que c'est par sa face supérieure ou ventrale que la feuille considérée est adhérente au rameau, et que la nervure confine à la surface d'adhérence des deux organes. C'est donc aux dépens de sa face dorsale ou inférieure, devenue externe par suite de l'adhérence à l'entre-nœud, que la feuille s'est épaissie en formant la côte longitudinale que nous connaissons. Les sillons étroits et profonds sont les espaces qui séparent ces feuilles épaissies et adhérentes ; celles-ci ne sont donc pas unies par leurs bords. L'épaississement de ces feuilles est évidemment dû à la différenciation en tissu palissadique de toute la partie dorsale du mésophylle, dont les éléments se sont allongés radialement en se remplissant de chlorophylle, c'est-à-dire en prenant les caractères morphologiques et les fonctions des cellules en palissade.

Cette situation du tissu palissadique à la face dorsale donne nécessairement à ces feuilles un type de structure assez spécial, mais qui ne nous est pas inconnu. C'est, en effet, ce que L. Daniel [**7**] a fort bien décrit sous le nom de *type hétérogène renversé*, lequel dépend essentiellement de l'orientation de la feuille et apparaît lorsque la face dorsale est la plus éclairée, ou, comme chez les Casuarinacées, est la seule éclairée.

Cependant si dans les feuilles de ces plantes le tissu palissadique est anormalement orienté, le faisceau qui appartient à la nervure de

ce type foliaire renversé offre, lui, une orientation normale ; dès lors, son pôle ligneux, contrairement à la disposition très généralement réalisée dans le limbe des feuilles, est à l'opposé du tissu chlorophyllien.

Et c'est de là que découlent toutes les particularités que l'on constate dans la nervure et qui sont, en somme, des caractères dérivant de son adaptation à la structure renversée du mésophylle.

On sait que, d'après Van Tieghem, la nervure d'une feuille est essentiellement constituée par une véritable petite stèle à faisceau central, qu'il a désignée sous le nom de *méristèle* ; chaque méristèle est limitée par un endoderme particulier, qui lui-même est séparé du faisceau libéro-ligneux par une ou plusieurs assises de cellules qu'il a proposé d'appeler le *péridesme*. Les éléments du péridesme se différencient généralement en fibres de soutien au dos du liber.

D'autre part, G. Bonnier [**3**] et L. Flot [**10**], par des méthodes différentes, mais tout à fait concordantes au point de vue des résultats, ont montré comment ces nervures ou méristèles prennent naissance et s'organisent à l'intérieur du *méristème vasculaire* de la feuille, lequel est en continuité avec le méristème vasculaire de la tige.

Ces notions fondamentales étant rappelées, il nous est facile de comprendre les modifications particulières qui se sont produites dans les nervures ou méristèles foliaires des *Casuarina*, pour s'adapter au type renversé du mésophylle. C'est le péridesme, dont quelques éléments ont formé le groupe fibreux adossé au liber, qui, par ailleurs, a subi les modifications les plus importantes. Les cellules péridesmiques situées de chaque côté du faisceau libéro-ligneux de la méristèle se sont agrandies, allongées sensiblement dans une direction oblique par rapport au plan médian de la feuille concrescente ; elles ont ensuite épaissi leur membrane qui s'est, en outre, pourvue de ponctuations simples ; en un mot, elles se sont différenciées en *trachéides*, formant dans leur ensemble le *tissu de transfusion* dont il a été longuement question dans nos descriptions précédentes. Mais ces trachéides, qui sont disposées en une ou deux séries de courts vaisseaux obliquement dirigés vers le parenchyme vert, n'ont pu se différencier et se développer aux dépens du péridesme qu'en repoussant devant elles et en distendant l'endoderme particulier qui limite la méristèle. On peut alors admettre logiquement que c'est cet endoderme particulier qui, après s'être rompu au niveau du bord interne

de la méristèle sous la poussée des trachéides péridesmiques pendant leur extension, s'est déployé pour s'étendre tangentiellement et former au-dessous du tissu vert palissadique l'arc d'endoderme, si nettement caractérisé par Boodle et Worsdell comme «endoderme externe». Mais, en réalité, cet endoderme externe n'est pas continu, comme nous l'avons montré ; il est constitué par des arcs successifs, séparés les uns des autres au niveau des sillons. Et cela s'explique, car cet endoderme externe est *l'ensemble de tous les endodermes particuliers des nervures médianes des feuilles concrescentes, qui, par suite du développement des trachéides de transfusion aux dépens des cellules de péridesme, se sont déployés tangentiellement en s'étalant sous la face profonde du tissu palissadique dorsal du mésophylle.*

Ainsi s'explique l'origine de deux tissus spéciaux : d'abord celle de l'endoderme externe, que ni Boodle et Worsdell ni Morini n'ont recherchée ; et ensuite celle des trachéides du tissu de transfusion, puisque ces auteurs déclarent ne pouvoir dire avec certitude si ces éléments font partie des « faisceaux corticaux » ou s'ils proviennent de modifications du « parenchyme cortical » avoisinant.

D'autres faits précédemment exposés peuvent encore s'expliquer par ces données nouvelles. Le faisceau libéro-ligneux de la nervure foliaire, qui n'est autre que le prétendu faisceau «costal» ou «cortical» des auteurs, possède, nous le savons, une structure spéciale, avec son système vasculaire en V, par suite de la tendance qu'ont les vaisseaux à se porter le plus possible en dehors, de manière à se rapprocher du tissu chlorophyllien. En conséquence, comme c'est sur les côtés de ce faisceau que se développent les trachéides péridesmiques, on conçoit que les éléments les plus internes du tissu de transfusion ainsi formé viennent, nous l'avons vu, se mettre en rapport avec les vaisseaux des branches latérales du V. Enfin l'origine péridesmique et le mode de développement de ce tissu de transfusion expliquent que ses éléments les plus extérieurs se trouvent généralement appuyés contre l'arc d'endoderme externe, puisque celui-ci résulte du déploiement tangentiel de l'endoderme particulier de la méristèle.

On voit bien maintenant qu'il y a analogie incontestable entre le tissu de transfusion de l'organe foliaire des *Casuarina* et celui de la feuille des Conifères. Dans les deux groupes de plantes, en effet, ce tissu a même origine ; il provient de la différenciation du péridesme

d'une méristèle. Les seules différences notables sont que, chez les Casuarinacées, les trachéides de transfusion ont des ponctuations simples et que pour leur développement elles ont déterminé le déploiement tangentiel de l'endoderme de la méristèle ; tandis que, chez les Gymnospermes, elles possèdent des ponctuations aréolées et restent contenues à l'intérieur de l'endoderme particulier de la méristèle, laquelle a conservé sa structure normale.

Mais quelle est donc la cause déterminante de ces profondes modifications survenues dans la nervure médiane de la feuille des *Casuarina* ? Elles sont, en somme, la conséquence même de la structure renversée du mésophyle ; et celle-ci s'est elle-même produite sous l'influence de l'éclairement exclusif de la face dorsale de la feuille concrescente, la seule qui soit exposée à la lumière.

En effet, les considérations développées par G. Bonnier [3] sur la différenciation des tissus vasculaires de la feuille nous fournissent, à cet égard, les éclaircissements les plus précis. Dans la feuille, en général, nous dit ce botaniste, la face exposée à la lumière devient la plus riche en chlorophylle ; c'est donc de ce côté que se feront surtout l'assimilation et la transpiration chlorophylliennes. Et quand dans le méristème vasculaire de la feuille s'organisent les nervures, les méristèles, c'est vers cette face à chlorophylle, la supérieure généralement, « là où un excès d'eau est nécessaire aux fonctions chlorophylliennes, qu'on voit se former les vaisseaux du bois »...« On peut donc admettre, conclut-il, qu'il existe une corrélation entre la position des pôles ligneux et les fonctions principales de la feuille, et que les pôles libériens se forment à l'opposé ».

Or, chez les Casuarinacées, cette corrélation n'existe plus normalement puisque les pôles ligneux des nervures se sont développés vers la face ventrale et concrescente, tandis que le parenchyme palissadique, siège des fonctions chlorophylliennes, s'est tout entier différencié à l'opposé, c'est-à-dire à la face dorsale et libre de la feuille. Néanmoins cette corrélation, physiologiquement nécessaire, se trouve établie, en fait, mais par voie indirecte ; il s'est formé, en effet, aux dépens de certains éléments de la nervure même, ceux du péridesme, tout un tissu conducteur nouveau, tissu d'union ou de transfusion, dont le rôle est précisément d'amener jusqu'au parenchyme chlorophyllien de la face dorsale et externe de la feuille, l'eau transportée par le système vasculaire du faisceau libéro-ligneux et

qui est nécessaire pour l'accomplissement des fonctions chlorophylliennes d'assimilation et de transpiration.

Cette manière de voir me semble confirmée par les modifications de structure qui se produisent à la base des entre-nœuds du rameau, où se trouvent réunies les bases des feuilles concrescentes. A ce niveau, les cannelures, qui représentent ces feuilles concrescentes sont beaucoup moins apparentes ; les côtes sont plus aplaties et ne renferment plus qu'un parenchyme chlorophyllien peu abondant, à cellules polygonales et non palissadiques ; dès lors, les nervures correspondantes offrent des caractères bien différents de ceux qui s'observent dans les parties moyenne et supérieure de l'entre-nœud : d'abord les faisceaux foliaires, profondément situés, sont rapprochés de la stèle où ils s'apprêtent à pénétrer ; en second lieu ces faisceaux sont du type simplement collatéral, avec un pôle ligneux interne, et on ne voit plus de vaisseaux disposés en V ; enfin, comme conséquence de ce dernier fait, le tissu de transfusion ne s'est pas différencié.

Ainsi à la base des entre-nœuds, du fait de la réduction du tissu chlorophyllien et de la diminution de son activité physiologique, il résulte la disparition de la forme en V du système vasculaire du faisceau et celle du tissu de transfusion, qui avaient pour objet d'amener jusqu'au parenchyme vert l'eau nécessaire à ses fonctions.

Les feuilles des Casuarinacées, représentées morphologiquement par les cannelures ou côtes des rameaux primaires prétendus aphylles de ces plantes, ont donc une structure spéciale et complexe, qui résulte tout entière de ce fait primordial qu'elles sont longuement décurrentes et concrescentes aux entre-nœuds. Faut-il, en conséquence, les désigner sous un nom spécial? Lœw, on l'a dit, avait proposé de leur appliquer le nom de *phyllichnies*. Ce terme, d'après Lecomte, serait inutile. J'estime, au contraire, qu'on doit le conserver (au même titre que *phyllode*, par exemple, terme qui désigne une feuille réduite à son pétiole élargi en lame mince), mais à condition de caractériser exactement et de définir d'une manière précise la phyllichnie, telle qu'elle est organisée chez les *Casuarina*. Ces caractères de la phyllichnie peuvent être résumés de la façon suivante : feuille épaissie, longuement décurrente, con-

crescente par la face ventrale à l'entre-nœud, s'insérant au nœud immédiatement inférieur ; épaississement déterminé par le tissu palissadique et chlorophyllien développé dans la partie externe ou dorsale du mésophylle, dont le type de structure est, par suite, renversé ; nervure médiane comprenant une méristèle dont les principales modifications sont la conséquence de ce type de structure résultant lui-même de l'adhérence de la feuille : endoderme particulier déployé en un arc endodermique tangentiel sous-jacent au parenchyme chlorophyllien dorsal ; faisceau libéro-ligneux à système vasculaire en V et tissu conducteur de transfusion d'origine péridesmique, qui établit la corrélation physiologique nécessaire entre le système vasculaire du faisceau et le tissu à chlorophylle.

Il n'est pas impossible, du reste, que les phyllichnies ainsi définies se retrouvent ailleurs que chez les Casuarinacées, dans d'autres plantes qualifiées, comme elles, d'aphylles.

L'aphyllie est, on le sait, l'une des formes qu'affectent les végétaux xérophiles. Et les *Casuarina*, qui sont de ce groupe, offrent, dans la structure de leurs phyllichnies, de remarquables caractères de xérophilie. L'épiderme qui revêt la face externe de la phyllichnie est à cuticule épaisse, minéralisée. L'hypoderme, sous-jacent à l'épiderme, augmente encore l'imperméabilité de cette face externe qui, nous le savons, est dépourvue de stomates. Ceux-ci sont localisés sur les parois latérales des sillons, au fond desquels sont insérés de longs poils scléreux. Ces sillons ne peuvent donc être considérés que comme de véritables cryptes pilifères et stomatifères d'un type spécial, qui, au lieu d'être formées par des dépressions de la face dorsale de la feuille elle-même, comme dans beaucoup de plantes xérophiles de la région australienne dont sont originaires les *Casuarina* (Protéacées, Dilléniacées, etc.) sont constituées par le rapprochement des parties latérales et dorsales de phyllichnies, c'est-à-dire de feuilles concrescentes, fortement épaissies et proéminentes. Dans ces cryptes, où les stomates sont protégés par de longs poils enchevêtrés, il persiste, malgré la sècheresse de l'air extérieur, une atmosphère constamment humide. En un mot, toute l'organisation de l'appareil foliaire des *Casuarina* a pour effet de ralentir la transpiration.

Les phyllichnies, qui viennent d'être décrites dans leur partie décurrente et concrescente à l'entre-nœud du rameau, sont libres par leur pointe, de manière à former les dents d'une gaine insérée au nœud immédiatement supérieur. Morini [19] a décrit assez complètement la structure de ces parties libres apicales des feuilles adhérentes des *Casuariua* pour qu'il soit inutile de reprendre une telle étude. Mais il est intéressant de rappeler que cet auteur a signalé dans la gaine foliaire de ces végétaux des *arcs connectifs commissuraux*. «Dans les commissures interposées aux dents foliaires triangulaires, dit il, tout l'espace qui se trouve entre les deux épidermes est occupé par du tissu fibreux dont les éléments sont transversalement dirigés d'une côte à l'autre ». Ce fait est surtout digne d'être noté, parce que C. Müller, ainsi que le rappelle l'auteur, a signalé l'existence de fibres connectives et commissurales absolument semblables unissant, à leur base, les dents de la gaine foliaire des *Equisetum*. C'est donc une analogie nouvelle que nous rencontrons entre les Casuarinacées et les Equisétacées.

Mais c'est toute l'organisation anatomique de ces deux familles végétales qu'il y a lieu d'examiner comparativement.

Toutefois, avant d'entreprendre cette étude comparative, il convient — les appendices foliaires ayant été bien caractérisés et définis sous le nom spécial de phyllichnies — de s'occuper de tout ce qui, dans la tige primaire des *Casuarina*, peut-être considéré comme appartenant en propre à l'axe caulinaire.

L'écorce de cette tige est tout le parenchyme qui s'étend au-dessous du rang des faisceaux appartenant aux nervures foliaires, et qui, au niveau des sillons ou cryptes pilifères et stomatifères, se prolonge en bandes conjonctives contribuant à séparer les phyllichnies les unes des autres.

Cette écorce se termine en dedans par un endoderme général limitant la stèle. Cet endoderme est parfois bien caractérisé dans les rameaux très jeunes par la subérisation de ses cloisons radiales, comme l'ont déjà fait remarquer Boodle et Worsdell; mais il se distingue aussi, dans la plupart des espèces que nous avons observées, par son contenu tannifère beaucoup plus abondant que celui du reste de l'écorce. Et, comme d'ordinaire les arcs d'endoderme externe

sont dépourvus de tanin, l'assise endodermique générale paraît indépendante de ces arcs endodermiques externes qui, nous l'avons vu, ne sont que les endodermes particuliers des nervures déployés tangentiellement.

En tout cas, la limite de la stèle primaire des *Casuarina* est toujours bien indiquée par la série des arcs fibreux péricycliques adossés au bord externe des pôles libériens des faisceaux libéro-ligneux caulinaires. Ceux-ci (fig. 2) sont disposés en une rangée circulaire à la périphérie du cylindre central; ils sont en alternance avec les faisceaux des nervures foliaires, c'est-à-dire qu'ils correspondent aux sillons; leur structure est collatérale. Ils sont séparés par des rayons primaires larges de trois ou quatre rangs de cellules. Dans les formes très xérophiles, non seulement les rayons ont leurs éléments lignifiés, mais encore on observe au bord interne du pôle ligneux des faisceaux un groupe de fibres épaisses. Les groupes fibreux intraligneux appartiennent certainement à la zone périmédullaire qui, d'ailleurs, n'est représentée que par eux.

La moelle est plus ou moins développée; elle est parenchymateuse ou sclérifiée, suivant le degré de xérophilie de la plante considérée.

Il faut ajouter que dans tout le parenchyme cortical et centra sont disséminés de nombreuses cellules oxalifères contenant de gros cristaux prismatiques d'oxalate de calcium.

Ainsi donc, dans les sections transversales de l'entre-nœud d'un jeune rameau de *Casuarina*, on trouve constamment deux cercles de faisceaux libéro-ligneux : un cercle externe, composé de faisceaux dont le bois en V indique une tendance à la structure concentrique (sauf à la base des entre-nœuds) et qui appartiennent aux méristèles ou nervures des feuilles concrescentes ; et un cercle interne, comprenant les faisceaux de la stèle du rameau et dont la structure est collatérale. Quelles sont les relations existant entre ces deux cercles de faisceaux? Elles s'établissent par l'étude de leur parcours longitudinal.

De tous les auteurs qui se sont préoccupés de cette question, Morini est le seul qui ait décrit exactement les faits ; mais il les interprête d'une manière peu correcte, et surtout il n'en tire pas la conclusion qui s'impose.

Je résume d'abord la description de l'auteur italien. Sur une

section faite au-dessous d'un nœud, on voit, dit-il, chacun des faisceaux du cylindre central se diviser en trois parties dans le sens radial et en commençant par son bord interne, la portion médiane continue directement son trajet, en s'inclinant légèrement vers le dehors pour pénétrer dans la côte foliaire qui surmonte le nœud, les deux portions latérales vont s'unir et se fusionner chacune avec la ramification homologue émanée des faisceaux voisins. Les nouveaux faisceaux qui résultent de cette fusion deux à deux des portions latérales sont en alternance avec les faisceaux précédents ; après s'être inclinés vers l'axe du rameau, ils se redressent pour cheminer verticalement dans le cylindre central de l'entre-nœud supérieur.

Il y a donc, d'après l'auteur, une ramification sympodique de tous les faisceaux du rameau ; ou, en d'autres termes, tous les faisceaux sont unis dans une ramification générale sympodique.

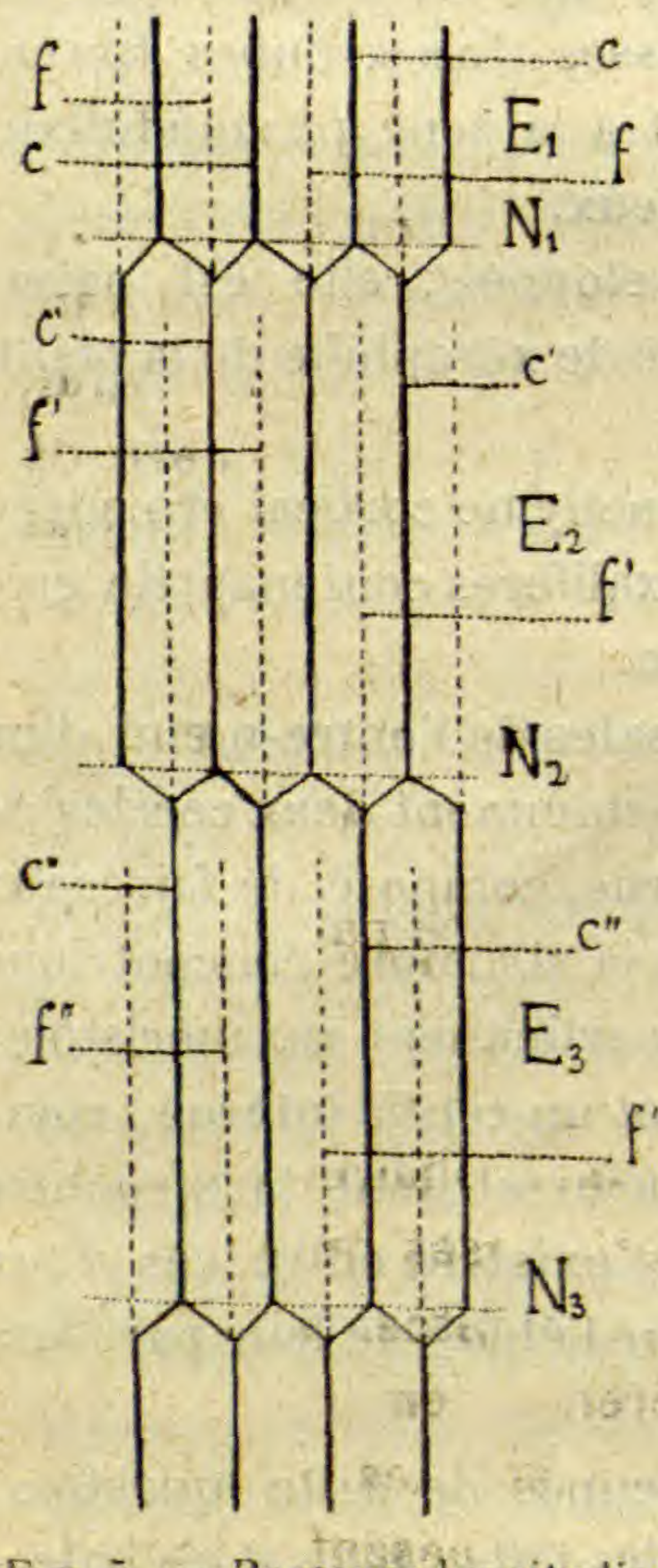


Fig. 5. — Parcours longitudinal des faisceaux de la tige et des feuilles concrescentes du rameau primaire de *Casuarina*. (Explication dans le texte.)

Tous ces faits en eux-mêmes ont été bien observés, mais il nous paraît qu'ils doivent être interprétés autrement (fig. 5). Les faisceaux foliaires (f) appartenant aux phyllichnies adhérentes à l'entre-nœud E_1 et insérées au nœud N_1, s'inclinent en dedans au niveau de ce nœud et pénètrent directement dans le cylindre central de l'entre-nœud sous-jacent E_2, qu'ils parcourent dans toute sa longueur de haut en bas, formant par conséquent, les faisceaux caulinaires (c') de cet entre-nœud lesquels ne sont, par suite, que les portions basilaires des faisceaux foliaires (f) dont ils sont la continuation directe. Mais au nœud N_1, ces faisceaux caulinaires (c') de E_2 s'unissent aux faisceaux caulinaires (c) de l'autre nœud E_1, qui eux-mêmes sont les bases des faisceaux foliaires

provenant des phyllichnies insérées au nœud supérieur. Cette union se fait de la façon suivante : chacun de faisceaux caulinaires (c′) de E_1 se bifurque en dichotomie à son extrémité inférieure; et les branches de la dichotomie s'écartent pour s'anastomoser, un peu au-dessous du nœud N_1 avec les faisceaux caulinaires voisins (c′) de l'entre-nœud E_2. D'autre part, ces faisceaux caulinaires c′ de l'entre-nœud E_2, parvenus au bas de leur course, au niveau du nœud N_2, vont s'anastomoser par les deux branches de leur bifurcation, et un peu au-dessous de ce nœud, avec les faisceaux caulinaires c′ de l'entre-nœud E_3, lesquels représentent les terminaisons inférieures, dans cet entre-nœud, des faisceaux foliaires (f′) appartenant aux phyllichnies insérées au nœud N_2 et concrescentes à l'axe caulinaire de l'entre-nœud E_2, et ainsi de suite.

La division tripartite observée par Morini dans les faisceaux de la stèle un peu au-dessous de chaque nœud est donc l'indice d'une anastomose et non pas d'une ramification.

Quoi qu'il en soit, il résulte de ce parcours longitudinal des faisceaux, tel que nous venons de l'interpréter, un fait important passé inaperçu de nos devanciers, à savoir que le cylindre central, ou partie caulinaire de chacun des entre-nœuds du rameau de *Casuarina*, est formé par l'ensemble et la cohérence des bases de phyllichnies qui, d'autre part, sont adhérentes ou concrescentes à un axe caulinaire semblable de l'entre-nœud sus-jacent.

En d'autres termes, le rameau avec ses entre-nœuds successifs, peut être considéré comme la superposition de systèmes foliaires partiels constitués chacun, à la périphérie par des phyllichnies concrescentes, et, au centre par ses bases cohérentes de phyllichnies.

Mais, loin d'être indépendants, ces systèmes foliaires successifs sont unis les uns aux autres par des anastomoses qui ont lieu à des niveaux où, de périphériques et concrescentes qu'elles étaient, les phyllichnies deviennent cohérentes en formant un axe central : ce sont ces niveaux qui constituent les *nœuds* du rameau. Les *entre-nœuds*, au contraire, se composent essentiellement : en leur centre, de l'axe résultant de la cohérence des bases de phyllichnies dont les parties concrescentes appartiennent à l'entre-nœud immédiatement supérieur, et à leur périphérie,

de phyllichnies concrescentes dont les bases cohérentes forment l'axe central de l'entre-nœud immédiatement inférieur.

Cette manière de comprendre rationnellement la constitution morphologique et anatomique des *Casuarina* vient à l'appui de la conception que G. Bonnier et L. Flot ont exposée en des travaux récents, effectués, d'ailleurs, par des méthodes différentes, et d'après laquelle la tige peut être considérée « comme formée par l'ensemble des prolongements des bases des feuilles ». L'exemple offert par les Casuarinacées est même relativement beaucoup plus simple que tous les cas envisagés par ces botanistes chez les autres Phanérogames.

(à suivre).

REVUE DES TRAVAUX DE BOTANIQUE
TROPICALE ET SUBTROPICALE
(1910-1919)

par P. CHOUX

(Suite)

En France, en effet, l'attention semble plutôt avoir été attirée par les usages médicinaux du Soja et par les produits alimentaires à base de Soja: lait de soja, fromage de soja, caséine de soja, farine et pain de soja, fabriqués à l'usine de la Caséo-sojaine installée aux Vallées (Seine).

Chacun sait d'ailleurs qu'en Chine le Soja joue un rôle très important dans l'alimentation de plusieurs millions d'hommes et forme la base de toute une série de productions condimentaires que nous signalent MM. Li Yu Ying et Grandvoinnet.

Cela ne veut pas dire cependant que l'huile de soja soit inconnue en Extrême-Orient. Les Chinois l'utilisent souvent dans l'alimentation. D'autre part en 1912 on signalait à Dalny et à Moukden (1) des fabriques de savons qui employaient l'huile de soja. C'est encore cet emploi de l'huile de Soja en savonnerie qui est fréquent aux Etats-Unis, où l'huile de coton ayant été reconnue comestible a été remplacée comme huile de saponification par l'huile de Soja (2).

L'huile de Soja a encore été considérée comme le meilleur succédané de l'huile de lin (3).

(1) *Soya soap* (The Philipp. Agric. Rev., oct. 1912, p. 565).

(2) *L'huile de Soja utilisée comme base pour la fabrication du savon* (Bull. écon. de l'Indo-Chine, mai-juin 1917, p. 268).

(3) *Emploi de l'huile de soja dans la fabrication des couleurs* (id., sept-oct. 1918, p. 992).

Signalons, d'autre part, que la station d'essais agricoles de la Compagnie des chemins de fer de la Mandchourie méridionale a réussi il y a quelques années à obtenir des semences améliorées de Soja (1), notamment une nouvelle variété très riche en huile qui a été accueillie avec beaucoup de faveur.

Les Etats-Unis, qui ne se contentent pas d'importer de grandes quantités de Soja, mais se sont beaucoup intéressés également à la culture de cette plante, ont fait venir de leur côté de nombreux chargements de graines de Chine, de Mandchourie, du Japon et de l'Inde afin d'expérimenter et de sélectionner les meilleures variétés (2).

C'est enfin aux Etats-Unis également que des recherches sur le tourteau de Soja ont fait connaître qu'en raison de sa richesse en lysine et en tryptophane, ainsi que par la présence d'une protéine d'une grande valeur biologique et très digestible, ce tourteau, comme celui d'arachide, peut être utilisé dans l'alimentation humaine (3).

Voir encore sur le Soja :

— Main : *Les produits du Soja* (J. d'Agric. trop., oct. 1910, p. 297).

— *Huilerie de Soja* (id., nov. 1910, p. 152).

— *Cultivation and Utilisation of soy Bean* (Bull. of the Imp. Institute, vol. VIII, n° 1, 1910, p. 40).

— Itié : *Le Soja* (L'Agricult. prat. des pays chauds ; janvier-avril et déc. 1910, janv. 1911).

— Brenier : *La question du Soja* (Bull. économ. de l'Indo-Chine, mars 1910, p. 105).

— Lemarié : *Les Sojas du Japon* (id., juillet 1910, p. 495).

— Bloch : *Le Soja* (Expans. col., juin 1911, p. 145 ; sept. 1911, p. 232).

— David Hooper : *Glycine hispida (soy bean)* (Veget. product., ser. n° 114 ; The Agric. Ledger, 1911, n° 3).

— Dubard : *A propos de quelques variétés de Soja* (L'Agric. prat. des pays chauds, mai 1911, p. 422).

— *Le Soja dans l'alimentation de l'homme et des animaux* (Bull. écon. de l'Indo-Chine, mai 1911, p. 450).

— Merckel : *Le Soja au Cambodge* (Expans. col., août 1912, p. 210).

(1) Commerce Reports, n° 61, p. 1232, Washington, 14 mars 1919. (Analysé dans Inst. Int. d'Agric. ; Bull. des rens. agricoles, etc..., juin 1919, n° 726).

(2) Morse : Dans Farmer's Bulletin 973., U. S. Departm. of Agricult., Washington, juillet 1918 (Analysé dans Inst. Intern. d'Agric., Bull. des rens. agricoles, oct.-déc. 1919, n° 1132).

(3) Holmes : Dans U. S. Departm. Agric., Bull. n° 717, Washington, 25 sept. 1918. (Analysé dans Bull. des rens. agric., juillet-sept. 1919, n° 810).

— *Soja-bean curd, an important oriental Food product.* (The Philippine Journ. of. Science, sect. A., févr. 1912, p. 47).

— *A promising variety of soy Beans* (The Agric. Journal of India, oct. 1913, vol. VIII, part. IV, p. 391).

— Houyet : *La fève de Soja* (Bull. de la Soc. belge d'ét. col., n° 5, Mai 1913, p. 367).

— *Culture du Soja au Congo Belge* (Bull. agric. du Congo belge, sept. 1915, p. 272).

— Balland : *Le Soja dans l'alimentation française* (C. R. Ac. Sc. Paris, 12 févr. 1917, p. 300, T. 164).

— Daniels et Nichols : *Valeur nutritive des graines de Soja* (The Journal of Biological Chemistry, vol. XXXII, n° 1, oct. 1917). (Analysé dans Inst. Intern. d'Agr., Bull. des rens. agr., janv. 1918, n° 4).

— Bontoux : *Le Soja aux Etats-Unis* (Rev. de chimie industrielle, n° 330, juin 1919, p. 209).

Ricin.

Les besoins croissants des services de l'aviation ont donné au Ricin une importance qu'il ne connaissait pas avant la guerre et ont posé d'une façon très pressante le problème de la culture de cette plante dans les colonies françaises.

Antérieurement à cette date, l'*Imperial Institute* (1) a publié en 1911 une monographie du Ricin, dans laquelle se trouve, en outre, le résultat de tentatives de culture faites dans diverses colonies britanniques africaines. Ces essais paraissent avoir été satisfaisants et les produits obtenus ont été dans certains cas supérieurs à ceux de l'Inde, qui a pratiquement le monopole de l'exportation.

M. Jumelle (2) a particulièrement insisté sur les nombreuses variétés du *Ricinus communis* et a ajouté à la description de ces variétés les résultats obtenus à Marseille par la culture de plusieurs d'entre elles.

Quelle a été l'histoire du Ricin pendant la guerre? C'est ce que nous apprend un rapport de M. Prudhomme, publié dans une étude sur le Ricin par M. le sénateur Bérenger (3). L'Indo-Chine, où la

(1) *The cultivation, production, preparation, and utilisation of Castor seed* (Bull. of the Imp. Inst.. Vol. IX, n° 1, 1911, p. 17).

(2) Jumelle : *Cultures coloniales. Plantes oléagineuses* (p. 86).

(3) Bérenger : *Le Ricin et la guerre actuelle* (Colonies et Marine, juin-juillet 1918, p. 111).

plante est représentée par de très nombreuses variétés (1) pût, d'assez bonne heure offrir à l'autorité militaire 6 à 700 tonnes d'huile de Ricin. Malheuseusement, comme le signalait en 1917 M. Baillaud (2), ces huiles de provenance indo-chinoise ont toujours une acidité très élevée et sont impropres, par conséquent, aux moteurs d'aviation.

Presque à la même époque, M. Rosé (3) faisait une constatation analogue et cherchait à déterminer les conditions dans lesquelles on peut conserver une huile de Ricin peu acide. D'après cet auteur, l'acidité de l'huile de Ricin varie et augmente avec le temps. Ce dédoublement des corps gras est du à l'action d'une diastase présente dans la graine. Un chauffage de 10 minutes à 95° stabilise cette acidité. Si l'on ajoute une filtration au papier, la fixation de l'acidité s'obtiendra à une température comprise entre 50° et 65°. On a ainsi les moyens d'obtenir une huile d'acidité invariable.

Comme, d'autre part, les procédés d'extraction et de fabrication annamite donnent une huile trouble et dont l'acidité initiale est déjà assez élevée (4), on ne doit utiliser pour l'aviation que les huiles de première pression et raffinées (5). Une huile préparée ainsi dans de bonnes conditions a une acidité faible et qui reste stable.

Mais les huiles de fabrication locale n'ayant pas donné satisfaction, les services intéressés ont préféré les importations de graines, d'autant plus que (6) les Ricins indo-chinois sont pour la plupart sensiblement plus riches en huile que les Ricins des Indes britanniques.

MM. Dubard et Eberhardt (7), dans leur ouvrage sur le Ricin,

(1) CREVOST : *Plantes oléifères de l'Indo-Chine* (Bull. écon. de l'Indo-Chine, nov.-déc. 1917, p. 606).

(2) BAILLAUD : *Les huiles de Ricin coloniales* (Instit. colon. de Marseille, Bull. de la sect. des mat. gras., oct. 1917, n° 3, p. 32).

(3) ROSÉ : *Note au sujet de l'acidité de l'huile de Ricin de fabrication indo-chinoise* (Bull. écon. de l'Indo-Chine, nov.-déc. 1917, p. 643).

(4) BOUVELOT : *Note sur l'acidité des huiles de Ricin* (id., janv.-février 1918, p. 121).

(5) BOUVELOT : *Note sur l'huile de Ricin* (id., nov.-déc. 1918, p. 1117).

(6) *Examen chimique de Ricins indo-chinois* (Bull. écon. de l'Indo-Chine, p. 524, sept.-oct. 1917).

PRUDHOMME : *Composition du Ricin d'Indo-Chine* (L'Agron. colon., juillet-août 1918, p. 25).

(7) DUBARD et EBERHARDT : *Le Ricin, botanique, culture et industrie* (Challamel, 1917, 2me édit., p. 61).

insistent également sur les possibilités de l'Indo-Chine au point de vue de la production du Ricin, la culture y offrant les mêmes avantages qu'aux Indes anglaises.

A Madagascar, les perspectives d'avenir n'apparaissent pas aussi encourageantes. Si certains Ricins de Madagascar ont une richesse en huile comparable à celle des Ricins indiens (1), des échantillons des régions humides de l'est et de l'île de Nossi-bé, dont certains ont été traités industriellement dans une usine de Marseille, se sont montrés, par contre, pauvres en huile (2).

En Afrique occidentale, les analyses de M. Ammann ont montré que certains Ricins sont sensiblement plus riches que les Ricins des Indes et déjà, en 1913, M. Rigotard (3) considérait que la culture du Ricin était susceptible de prendre une très grande extension au Sénégal et au Soudan. Les résultats obtenus par M. Raffin (4) dans la région de Kayes confirment cette manière de voir. Au Dahomey, la culture du Ricin a donné aussi de bons résultats (5). Par contre, M. Yves Henry ne pense pas que cette culture ait quelque chance de s'implanter en Afrique (6).

En Algérie on a également tenté de cultiver le Ricin (7), soit en faisant de la culture systématique, soit en peuplant les terrains frais incultivables (8).

Au Maroc (9), les essais ont commencé en 1915 au Jardin d'essais de Rabat. Le Ricin sanguin de Settat s'y est montré supérieur à

(1) *Note au sujet de la valeur industrielle des ricins de Madagascar* (Bull. économ. de Madagascar, 2me sem. 1915, p. 225).

(2) *Sur le Ricin de Madagascar* (Rev. agric. et vétérin. de Madagascar, oct. 1917, p. 25).

(3) Rigotard : *Contribution à l'étude du Ricin* (Agron. col., 30 juillet 1913, n° 1, p. 15).

(4) Raffin : *Les oléagineux et le développement agricole et commercial du Haut-Sénégal Niger* (Congrès d'Agric. col. de 1918, p. 221).

(5) François : *Les productions de l'Afrique occidentale : Matières grasses* (Bull. de l'office col., n° 113-114, mai-juin 1917, p. 261).

(6) Yves Henry : *Matières grasses secondaires : Ricin* (Mat. prem. africaines, T. I, Larose, 1918, p. 375).

(7) *Le développement de la culture du Ricin en Algérie* (Bull. de l'Off. du gouvern. gén. de l'Algérie, déc. 1917, p. 186).

(8) Couston : *La culture du Ricin dans l'Afrique du Nord* (id., janv. 1918, p. 5).

(9) *Essais culturaux de Ricin au Maroc* (Bull. de la Régence de Tunis, n° 90, janv. 1917, p. 18).

Le Ricin au Maroc (Congrès d'Agric. col. de 1918, p. 582).

toutes les autres variétés et paraît le plus recommandable dans la zône littorale atlantique du Maroc, où la culture de cette plante paraît devoir être intéressante.

En France enfin, le Ministre de l'Agriculture, ayant conseillé des cultures de Ricin dans le midi de la France, M. Jumelle (1) a tenté la culture de vingt-trois variétés dans les jardins botaniques de Marseille. Douze ont bien mûri sous le climat méditerranéen.

Qu'est-il résulté de toutes ces tentatives ? Elles sont restées bien inférieures aux prévisions de M. Bérenger, qui voyait en 1919 la presque totalité des besoins français couverts par la production coloniale. Elles ont montré que nulle part, comme le dit M. Chevalier (2), on n'improvise une culture nouvelle en un temps limité, même si tout semble concourir à sa réussite.

Et les Indes sont restées notre principal fournisseur, auquel est venu s'adjoindre cependant le Brésil, où le Ricin pousse rapidement dès qu'il y est introduit (3). Par ailleurs, les Etats-Unis ont augmenté leurs plantations de Ricin, afin d'avoir le lubrifiant nécessaire à la flotte aérienne américaine.

Pulghère.

Du Ricin on peut rapprocher le Pulghère ou Pignon d'Inde, qui est une sorte de Ricin sauvage et dont les graines sont bien connues à Marseille.

Ce qui fait l'intérêt de cette plante, c'est que le *Jatropha Curcas* existe dans presque toutes les régions chaudes. Dans les pays où la vanille est cultivée, c'est le tuteur vivant qu'on lui donne le plus souvent ; les graines pourraient donc constituer un sous-produit intéressant pour les pays à vanille (4).

D'ailleurs, les Comores et Madagascar sont parmi les pays exportateurs de Pulghères et on s'est plusieurs fois préoccupé d'y

(1) Jumelle : *Sur la culture à Marseille de diverses variétés de Ricin en 1918* (Acad. d'Agricult. de France, 1919, Paris).

(2) Bull. agricole de l'Inst. scient. de Saïgon, avril 1919, p. 128.

(3) *Le Ricin aux Etats-Unis* (Bull. des Mat. grasses, Mars., 1919, n° 1, p. 39).

(4) *Une matière première oléagineuse : le Pignon d'Inde* (Agronomie col., janv.-févr. 1919, n° 22, p. 123).

assurer une meilleure récolte de ces graines en vue de leur écoulement sur le marché européen (1).

La nocivité de l'huile de Pulghère est notoire. MM. Heim et Rullier (2) se sont en outre demandé si, à côté des principes drastiques et émétiques contenus dans l'huile, il n'existe pas dans les autres parties de la graine un ou plusieurs autres poisons. Ils ont ainsi trouvé dans la graine au moins deux substances toxiques. L'une contenue dans l'huile a une action nécrosante et n'est pas détruite par un chauffage d'un quart d'heure à 100°. L'autre contenue dans le tégument est congestive et détruite par le chauffage dans les mêmes conditions.

Si le *Jatropha Curcas* est bien connu dans toute la zone tropicale, le *Jatropha mahafalensis* ou *betratra* des Mahafaly, que MM. Jumelle et Perrier de la Bâthie ont signalé pour la première fois à Madagascar en 1910, ne se rencontre que dans le Sud-Ouest de cette île (3). L'huile, que les indigènes savent utiliser, a été étudiée par M. Bimar en 1913 (4) et plus récemment par MM. Heim, Garrigue et Husson (5). D'après ces derniers auteurs, c'est une huile demi-siccative, très intéressante en savonnerie. Aussi peut-on conseiller l'exploitation des peuplements naturels de l'arbre à Madagascar et même tenter la culture de ce *Jatropha* dans les régions à climat sec.

Lin.

Nous signalerons seulement que l'Afrique du Nord et surtout la Tunisie (6) commencent à s'intéresser à la culture du Lin, en vue de

(1) *Graines de Pignon d'Inde de Madagascar* (Rev. agric. et vétérinaire de Madag., juin 1917, p. 37).

Chevet : *Les oléagineux de Mayotte et des Comores* (Congrès d'agric. col. de 1918, p. 457).

(2) Heim et Rullier : *Recherches sur les principes toxiques de la graine et de l'huile de Pignon d'Inde, Jatropha Curcas* (Bull. de l'offic. col., p. 96, févr 1919).

(3) H. Jumelle et H. Perrier de la Bathie : *Un Pulghère de Madagascar, Jatropha mahafalensis* (Bull. écon. de Madagascar, 2^{me} sem. 1910, p. 179).

(4) *Deux arbres à graines grasses de Madagascar* (J. d'Agric. trop., août 1913, p. 146).

(5) Heim, Garrigue et Husson : *Un nouvel oléagineux de Madagascar. Le Betratra : Jatropha mahafalensis* (Bull. de l'Agence gén. des Col., nov. 1919, p. 679).

(6) *La culture du Lin en Tunisie* (Bull. de la sect. des Mat. grasses, Marseille, n° 4, 1918, p. 40).

l'exportation de la graine en France, pour la fabrication de l'huile. Comme nous recevons de très grandes quantités de graines de Lin étrangères, il serait également désirable que, indépendamment de l'Afrique du Nord, plusieurs de nos colonies puissent concourir à l'approvisionnement de la métropole (1).

Parmi les graines grasses à huiles concrètes d'importance secondaire, quatre nous paraissent devoir retenir l'attention, celles de Karité, d'Illipès, de Mowras et de Mafouraire.

(A suivre)

(1) Chalot : *La culture du Lin pour les colonies françaises* (Agronomie col., juillet-août 1919, p. 8).

REVUE DES TRAVAUX

DE

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE

PUBLIÉS DANS LE COURS DES ANNÉES 1910-1919

Ire Partie : PALÉOZOÏQUE

par M. A. CARPENTIER

(suite)

Le *Psygmophyllum Kolderupi* Nathorst (1) du Dévonien de la Norvège occidentale, ressemble au *Ps. flabellatum*, mais vu l'état fragmentaire des empreintes, il n'est pas possible de déterminer s'il s'agit là de feuilles simples ou de frondes composées.

Dans le genre nouveau *Kiltorkensia* Johnson (2), du Dévonien supérieur d'Irlande, le limbe est tantôt flabelliforme, à lobes profonds, rubanés, tantôt les segments sont au contraire extrêmement réduits et deviennent même linéaires. M. Johnson voyait tout d'abord dans cette plante, qu'il désignait du terme de *Ginkgophyllum Kiltorkense*, un ancêtre des *Ginkgophytes*. Sans abandonner cette opinion complètement, cet auteur, se basant sur la découverte de fragments de fronde fertile, compare aussi le *Kiltorkensia* avec les *Botrychium*. Les fructifications de *Kiltorkensia* ne sont pas suffisamment connues pour permettre de fixer de façon définitive les affinités de la plante de Kiltorkan. Il en est de même des empreintes

(1) A. G. Nathorst : Zur Devonflora des westlichen Norwegens. (*Bergens Mus. Aarbog*, n° 7, p. 25 ; pl. I, fig. 6-11 ; pl. II, fig. 2-5, 1915).

(2) Th. Johnson : Ginkgophyllum Kiltorkense sp. nov. (*The Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society*, XIV. n° 9, pp. 169-178 ; pl. X-XII ; February 1914) — Spermolithus Devonicus, gen. and sp nov., and other Ptéridosperms from the Upper Devonian beds at Kiltorkan Co. Kilkenny. (*Ibid.*, XV, n° 23, pp. 245-254 ; pl. IX-XIV ; August 1917).

qu'on a successivement attribuées aux *Psygmophyllum*. Dans ces conditions est-il bien nécessaire d'adopter le nouveau groupe de *Palæophyllales* Arber, pour comprendre les genres dont les vraies affinités demeurent inconnues, mais que les auteurs ont souvent rapprochées des *Ginkgophytes* (g. *Ginkgophyllum*, g. *Dicranophyllum*, g. *Trichopitys*, g. *Rhipidopsis*)? Ce terme vaut mieux que celui de *Protoginkgoales*, qui présume déjà d'une parenté avec les *Ginkgoales*, mais, somme toute, ces empreintes doivent être classées jusqu'à plus ample informé parmi les plantes *incertæ sedis* (1).

§ C. Formation de la houille — Écologie des plantes houillères — Climat permo-carbonifère.

Dans un travail récent sur les combustibles divers, M. Cornet (2) distingue, au point de vue de leur genèse, trois catégories de roches charbonneuses : les roches humiques, les roches sapropéliennes ou sapropélites, les liptobiolithes. Les roches humiques ont subi successivement l'humification ou la tourbification, en milieu d'abord aéré, puis à l'abri de l'air ; ce sont la tourbe, le lignite, la houille, l'anthracite. Mais dans chaque catégorie une roche est sujette à bien des variations et c'est le cas de se rappeler la phrase qu'écrivait Potonié au début de son étude sur les caustobiolithes : « la nature échappe par la diversité de ses créations à ces classifications dans lesquelles notre faiblesse prétend l'enfermer. »

Les charbons, suivant la définition générale de M. Cornet, sont « les roches organogènes qui résultent de l'accumulation et de la transformation plus ou moins complète, par humification et carbonisation ou par putréfaction et bituminisation, de la substance organique même d'êtres vivants, principalement de plantes. Ce sont les *caustobiolithes* de Potonié (3) ; mais les caustobiolithes, outre les charbons humiques (ayant subi la *carbonisation*) et les sapropélites

(1) S. A. C. SEWARD : *Fossil plants*, IV, 1919, p. 11.

(2) J. CORNET : La formation des charbons et des pétroles (*Géologie*, III, 101 pages, Mons, chez Leich-Putsage, 1913) — Les combustibles (charbons et pétroles) (*Ibid.* III, 74 pages, 1920).

(3) Cf. POTONIÉ : Die Entstehung der Steinkohle und der Kaustobiolithe überhaupt (6me édition, revue par le Dr W. Gothan, pages VI et 221, 74 figures, Borntraeger, Berlin).

(ayant subi la *bituminisation*), comprennent aussi les *liptobiolithes* qui sortent un peu de la définition précédente. »

Nous ne pouvons que signaler les principales études qui ont paru sur la genèse des charbons (1). La question complexe de la formation de la houille intéresse autant la chimie que la géologie et la paléobotanique. Nous envisagerons ici le problème au point de vue paléobotanique : Quels sont, d'après les travaux récents, les caractères écologiques de la flore houillère? Quelles conclusions en tirer sur le mode de formation de la houille? Nous allons d'abord traiter ces questions.

— *Caractères de la flore houillère.*

On peut utiliser plusieurs méthodes pour se faire une idée de l'organisation et du mode de vie des plantes carbonifères : les étudier sur le terrain même où elles ont poussé, essayer de reconstituer ces végétaux en suivant sur place leurs tiges, leurs rhizomes, leurs racines ; c'est la méthode qui a donné à Grand'Eury de très importants résultats, consignés dans ses *Recherches géobotaniques* (2).

« Les plantes de la houille, écrit-il dans les conclusions, étaient pour ainsi dire toutes adaptées à la station paludéenne. » C'étaient des plantes de marais : *Calamariées* à racines étagées, *Névroptéridées* à rhizomes traçants et radicants. « Les *Psaronius* se plaisaient dans les bourbiers marécageux avec des racines grosses comme celles du *Ps. giganteus* remplies d'un tissu lacuneux de plantes

(1) Le lecteur trouvera une abondante bibliographie dans les travaux précités de POTONIÉ, de M. CORNET et dans D. B. DOWLING. The formation of the coal (*Proc. Trans. Roy. Soc. Canada* IV, pp. 23-35, 1910) — J. J. STEVENSON : formation of coal beds (*Proc. American Philos. Soc.*, L. pp. 1-116, 519-643, 1911 ; LI, pp. 423-553, 1912; LII, pp. 31-162, 1913) — N. ARBER : the natural history of the coal, 163 pages, 21 fig. (*Cambridge Univ. press.* 1912) — D. WHITE and R. THIESSEN : The origin of coal... *Bureau Mines Bull.*, XXXVIII, pp. X, 304, pl. XIV, Washington, 1913) — J. LOMAX : the formation of coal-seams in the light of recent microscopic investigations (*Trans. Inst. Mining Eng.*, L, pp. 127-158; pl. II, III, London, 1915) — E. C. JEFFREY : The mode of origin of coal (*Journ. Geol.*, XXIII, pp. 218-230, 1915) — G. HICKLING : Micropetrology of coal (*Trans. Inst. Min. Engin.*, LIII, pp. 137-158, pl. I-IV, 1917) — M. C. STOPES and Wheeler : Monograph on the constitution of coal (*Dept. Sc. Industr. Research*, pp. 1-58; pl. I-III, London, 1918) — M. C. STOPES : On the four visible ingredients in banded bituminous coal (*Proc. Roy. Soc.* B, XC, pp. 470-486, pl. 11 et 12, 1919).

(2) F. CYRILLE GRAND'EURY : Recherches géobotaniques sur les forêts et sols fossiles et sur la végétation et la flore houillères, 1re partie, 3 livraisons parues ; 1re livr. pp. 1-49, pl. I-IX, 1912; 2me livr., pp. 50-116, pl. X-XX, 1913; 3me livre pp. 121-173, pl. XXI-XXX, 1914. Ch. Béranger édit. Paris et Liège.

aquatiques. » Les *Stigmaria* couraient au fond des marais et « on peut les considérer comme ayant introduit le régime des fonds tourbeux où ont pris naissance un grand nombre de couches de houille. » Les *Sigillaria* ont des souches à branches stigmarioïdes qui rampaient dans le fond des marais et adhéraient au sol par des crampons. Les racines sont abondantes et fines sur les organes qui se développaient dans l'eau. Les *Sphenophyllum* sont, de l'avis de Grand'Eury, des plantes aquatiques qu'il compare à l'Hippuris vulgaris ; dans l'eau leurs feuilles se laciniaient, un fin chevelu de racines se développait sur leurs tiges. Même les *Cordaites* ont poussé dans l'eau des marécages houillers. La végétation paludéenne pouvait s'étendre sur des plaines basses susceptibles d'être inondées ; mais Grand'Eury n'a trouvé nulle part de traces d'une flore de hautes terres. « Il semble qu'à l'époque houillère la végétation était limitée aux plaines marécageuses, laissant a nu les terres émergées. » Il admet donc dans l'ensemble le faciès paludéen de la flore ; comme beaucoup de nos plantes de marais (*Phragmites, Nymphæa*) les végétaux houillers se propageaient dans les sols de végétation par des rhizomes et des stolons ; ils étaient éminemment sociaux, très envahissants.

— « Il n'y a pas de doute qu'on a exagéré l'importance des conditions marécageuses qui ont prévalu pendant le Carbonifère, car on a de bonnes raisons de penser qu'il y avait alors des terres élevées et que ces régions hautes étaient couvertes de Cordaitales, de fougères ou plantes filicoïdes. Il est difficile de croire que les régions élevées du sol durant le houiller se trouvaient dépourvues de toute végétation. » C'est en ces termes que s'exprime M. D. Davies, à la fin d'une étude intéressante sur l'écologie de la Série westphalienne et de la base de la Série staffordienne de l'Est Glamorgan (1).

Ces conclusions sont opposées, partiellement du moins, à celles de Grand'Eury. La méthode de M. D. Davies est d'ailleurs différente : il a examiné les roches de toit de 10 veines, recueilli 45.000 empreintes de plantes, mais en notant soigneusement la répartition des genres de chaque classe de plantes et les proportions relatives qu'atteignaient les diverses classes pour chacune des veines. M. Davies est

(1) David Davies : The ecology of the Westphalian and the lower part of the Staffordian series of Clydach Vale and Gilfach Goch (East Glamorgan) (*Quart. Journ. Geol. Soc.*, LXXVII, pp. 30-71, 11 text-fig. ; 1920).

très vivement impressionné par la disparition brusque des plantes filicoïdes (Fougères, Ptéridospermées) et la prédominance concomitante des *Lycopodinées,* quand on arrive à la sixième et à la septième veines à partir de la base. Les plantes filicoïdes représentent une flore de terres sèches, tandis que les Lycopodiales sont particulièrement adaptées à vivre sur des sols boueux ou dans l'eau. Partant de ce principe M. Davies conclut que dans les cas des sixième et septième veines les terres élevées ont été réduites, tandis que les marécages ou les bas-fonds, où poussaient les Lycopodinées, gagnaient du terrain. Plus grande est l'importance de ce dernier groupe de plantes, plus aussi les terres basses ou les marais prennent d'extension. L'abondance des plantes filicoïdes plaide au contraire en faveur de l'exhaussement et de l'assèchement des terres.

Sans diminuer en rien le mérite de ce travail, on peut faire à son sujet quelques observations ou réserves. Il nous paraît regrettable que l'auteur n'ait pas eu connaissance des travaux de Grand'Eury, que nous venons de mentionner. Leur étude s'impose en écologie houillère. M. Davies ne tient pas suffisamment compte des caractères lithologiques des toits qu'il a examinés et du mode de gisement des empreintes (rachis épars, débris plus ou moins macérés, frondes brisées, folioles isolées ou frondes délicates en parfait état de conservation) ; ces faits ont cependant leur valeur quand il s'agit de reconstituer les milieux où les plantes de la houille se sont développées.

« C'est le propre des plantes sociales, écrit Grand'Eury, d'avoir leurs débris rassemblés à l'exclusion de tous autres fossiles sur de grands espaces... (1) » Or les plantes des marais houillers, la plupart très envahissantes, ont du s'exclure les unes les autres, constituer des florules locales. C'est ce caractère social qui explique en partie, à notre avis, que dans les toits correspondant à un approfondissement des marais, les organes des mêmes plantes se trouvent souvent réunis, suivant le sens de courants variables, à déterminer.

— A ces méthodes de Grand'Eury et de M. Davies, méthodes de recherches sur le terrain même, il faut ajouter la méthode de l'anatomie comparée au point de vue biologique, écologique. M. Weiss a noté, dès 1911, la tendance à diriger les investigations paléobota

(1) Grand'Eury, *Recherches géobotaniques*, 1913, p. 112

niques en s'inspirant des études écologiques actuelles (1). Tel tissu est très développé dans telle plante fossile, quelles conclusions en tirer relativement aux conditions de milieu, de climat où se développaient cette plante (2)? Citons quelques exemples :

M. Scott (3) écrit au sujet des feuilles de *Sigillaria* : « La disposition générale des tissus suggère une plante exposée parfois à la sécheresse, mais on doit se rappeler que les plantes des marais salants revêtent aussi sous certains rapports des caractères xérophytiques. » Le même savant souligne la structure xérophytique des feuilles des *Lyginodendron* et de certains *Cordaites*. « Les traits dus à une adaptation xérophytique sont communs, d'après lui, chez les plantes houillères. » D'autre part la flore houillère « est essentiellement une flore de marais et l'on sait peu de chose ou même on ne sait rien de la végétation des terres élevées. »

M. Hamshaw Thomas (4), à la suite d'un examen minutieux des tissus des feuilles de *Calamites*, conclut que la forme de ces feuilles étroites et cylindriques, l'épaississement fréquent de leur cuticule, le développement des fibres ou du tissu scléreux sont des caractères de xérophytes.

La structure des feuilles de *Cordaites* dans son ensemble, écrit M. Seward (5), suggère un type xérophile (gaines autour des faisceaux, développement du stéréome etc...) M. P. Bertrand a d'ailleurs donné en quelques pages un résumé sur le xérophytisme des végétaux houillers (6).

En somme, de ces différentes recherches entreprises au point de vue écologique dans ces dernières années on peut conclure que, si la

(1) F. E. Weiss : Address to the Botanical Section. (*British Ass. Adv. Sc.* 1911, p. 9).

(2) Cf. A. Hollick : The relations of paleobotany to botany. 3. Ecology (*The American Naturalist*, XLVI, pp. 239-243, 1912) — F. E. Clements : Plant succession, an analysis of the development of vegetation (*Carnegie Instit. Washington*, pp. 12 et 512 ; 61 photoplates, 51 fig. ; 1916) — A. C. Seward : Review of Prof. Clements on Palecology (*The Journal of Ecology*, V, pp. 43-44 ; March 1917) — F. E. Clements : Scope and significance of paleo-ecology (*Bull. Geol. Soc. Amer.* XXIX, pp. 369-374 ; 1918).

(3) D. H. Scott. *Studies* pp. 225, 377, 535, 7.

(4) H. Hamshaw Thomas. On the leaves of Calamites (*Phil. Trans. Roy. Soc. London*, B, CCII. pp. 80-83, 1911).

(5) A. C. Seward, *Fossil plants*, III, p. 230.

(6) P. Bertrand in *Ann. Soc. géol. Nord*, XXXVIII, pp. 118-120, 1909.

flore houillère est constituée pour une bonne part de plantes hygrophiles, beaucoup de végétaux houillers offrent des caractères xérophiles.

— *Quelles sont les causes de ce xérophytisme ?*

Dans la nature actuelle on trouve les xérophytes sous les climats secs (déserts, steppes) et sous les climats froids. De plus : « Un sol très humide peut-être physiologiquement sec, c'est-à-dire incapable de céder aux végétaux l'eau dont il est pénétré. C'est le cas des sols riches en substances minérales dissoutes, chlorure de sodium, sels en général, acides etc., et des sols dont la température est au-dessous d'un certain minimum ; c'est ainsi que les marais salants, les tourbières à humus acide, les stations à palétuviers des tropiques sont des stations xérophiles, aussi bien que les toundras polaires » (1).

On a parfois voulu expliquer le xérophytisme des végétaux houillers par le voisinage de la mer et l'invasion des bassins de dépôt par des eaux salées ou saumâtres (2). Cette explication n'est possible que pour les bassins paraliques. Jusqu'à quel point la flore a-t-elle pu s'adapter à un certain degré de salure des eaux? La flore carbonifère ne paraît pas présenter les adaptations spéciales des halophytes ; cependant certaines tiges et feuilles avaient des tissus charnus et il est probable, suivant la remarque de M. David White (3), que certaines folioles de *Nevropteris* étaient couvertes d'un revêtement cireux.

Les comparaisons, que l'on peut essayer d'établir entre la flore houillère et celle des Palétuviers, demeurent lointaines (4). Les cryptogames ne jouent qu'un rôle effacé dans la flore des Mangroves : on ne cite guère que le *Chysodium aureum*. Les structures si particulières de la flore des Palétuviers ne se retrouvent pas

(1) Cf. Ch. Flahault in *Progressus rei botanicæ*, I, 1, p. 263, 1907.

(2) Cf. E. Carthaus : Die klimatischen Verhältnisse der geologischen Vorzeit vom Präcambrium bis zur Jetztzeit... SS. 256, Berlin, 1910. — Jaroslav Peklo : Bemerkungen zur Ernährungs-physiologie einiger Halophyten (*Österr. Botan. Zeitschr.* LXII, pp. 172-177, 1912).

(3) D. White : Resins in paleozoic plants... (*Dept. Inter. U. S. Geol. Surv.* Prof. Paper 85. E, 1914).

(4) Cf. E. Werth : Ueber Steinkohlenbildung von Carthaus (*Zeitschr. deutsch. geol. Ges.*, LXIII, Monast. 7 SS. 381, 384, 1911).

comme telles chez les végétaux houillers. Grand'Eury (1) a toutefois signalé : « des Sigillaires portées hors du sol sur des branches radicantes comme les Palétuviers sur racines... » et des *Syringodendron* verticaux à tissu aérifère.

Les marais houillers ont dû constituer pour leurs flores autochtones un milieu *physiologiquement sec* : il n'y a pas de différence à ce point de vue entre bassins paraliques et limniques. Sans doute faut-il faire état de certaines observations de M. Kubart sur la flore des nodules à structures conservées d'Ostrau et celle des nodules à plantes du bassin limnique de Radnitz-Bràz (2). La flore des coal-balls du bassin paralique d'Ostrau est variée. Les *Lyginodendron* et les *Sphenophyllum* n'ont pas été observés par M. Kubart dans les nodules de toit (roof-nodules, Hangend-Knollen). Les coal-balls (Flözknollen) ou nodules trouvés dans les veines même présentent d'autres plantes que les nodules de toit, sans doute des débris d'une flore terrestre. Les nodules qui proviennent du bassin limnique de Radnitz-Bràz (Bohème) contiennent surtout, d'après C. Ettingshausen et M. Kubart, des végétaux terrestres (en particulier des *Zygoptéridées*). La principale raison du fait se trouve, selon M. Kubart, dans l'origine même du bassin houiller de Radnitz.

Mais on peut faire remarquer que dans les bassins limniques du centre de la France, Grand'Eury a constaté l'existence d'une flore de marais autochtone. Les *Lépidophytes* et les *Calamariées* y offrent les mêmes caractères xérophiles que dans les bassins paraliques. La richesse en acide humique des marécages houillers peut donc expliquer en partie le xérophytisme de certains végétaux houillers.

Nous allons d'ailleurs voir quelle influence on peut aussi attribuer aux conditions climatériques.

— *Climat de l'époque houillère.*

C'est par l'étude attentive des caractères anatomiques des plantes fossiles que nous pouvons nous faire une idée des conditions de

(1) C. Grand'Eury. *Recherches géobotaniques*, 1913, p. 101.

(2) B. Kubart : Corda's Sphœrosiderite aus dem Steinkohlenbecken Radnitz-Bràz in Böhmen... (*Sitzunber. d. Kaiserl. Akad. d. Wissensch. Math. Naturw. Klasse*, CXX, pp. 1036, 1045, 46, Wien 1911). Einiges aus der Biologie der Karbonpflanzen (*Palæobot. Zeitsch*, I, 1, p 23, 1912).

l'atmosphère (température, lumière, état hygrométrique) dans lesquelles ont vécu ces plantes, puisque dans la nature actuelle les conditions de milieu ont la plus grande influence sur les structures. C'est l'idée qu'exprime M. Seward (1) dans une note où il se demande quels renseignements peuvent fournir les plantes fossiles sur les climats des périodes géologiques.

En ce qui concerne les végétaux carbonifères notons de nouveau l'étude de M. Thomas (2) sur les feuilles de *Calamariées* au point de vue de la différenciation des tissus chlorophylliens. Le développement du tissu palissadique des feuilles d'*Asterophyllites*, la localisation des stomates sur leur face la moins éclairée, plaident en faveur d'un éclairement intense.

Nous trouvons la même conclusion dans une note de Lignier (3) sur un *Pecopteris* fertile du Stéphanien de Grand'Croix. « La présence sous la lame scléreuse d'une assise en palissade bien caractérisée indique que, conformément du reste à une opinion exprimée déjà par divers auteurs, ces plantes vivaient sous une bonne lumière.... Le *Pecopteris intermedia* était obligé de s'adapter à une *ambiance* qui, au moins à l'époque de la sporulation, était *lumineuse* et *sèche* ».

Cependant M. Seward (4) écrit au sujet des feuilles de *Cordaites* : « L'absence fréquente ou le faible développement du tissu palissadique paraît indiquer une lumière solaire diffuse plutôt que brillante. » Il est vrai que le *C. Felicis*, dont Miss Benson a donné l'analyse, a du tissu palissadique peu différencié, mais le *C. æqualis* étudié par Miss Stopes offre une différenciation nette du tissu palissadique et du mésophylle lacuneux.

Dans un silex permo-carbonifère nous avons signalé des folioles d'*Alethopteris* (5) à tissu palissadique bien développé. Certaines pinnules sont révolutées ; d'autres portent des traces manifestes de dessication : le rachis est cannelé, les poils que portent la face infé-

(1) A. C. Seward : Climate as tested by fossil plants (*Quart. Journ. Royal Meteorological Soc.* XL, N° 171, pp. 203-212, 1914).

(2) H. Hamshaw Thomas : On the assimilating tissue of some Coal-Measures plants. (*Proc. Cambridge Phil. Soc.*, XV, pp. 413-415, 1910) — On the leaves of Calamites (*Phil. Trans. Roy. Soc. London.* B, CCII, pp. 80-83, 1911).

(3) O. Lignier in *Bull. Soc. bot. de France*, LXII, p. 41, 1915.

(4) A. C. Seward. *Fossil plants*, III, p. 230.

(5) Cf. *Rev. gén. Bot.* XXXIII, p. 689 ; pl. 34, fig. 2-5 ; 1921.

rieure ont dû se dessécher et se tordre sur place avant la minéralisation.

Il y a là toute une série de faits qui plaident en faveur d'un climat sec au moins par périodes ou dans les terres surélevées. — De l'ensemble de toutes ces observations on en vient nécessairement à modifier les conclusions de Grand'Eury en ce qu'elles ont de trop général et l'on admet, après Lignier, MM. Scott et Kidston, Miss Stopes (1) et d'autres, qu'à côté d'une flore de marais, constituée essentiellement par les Equisetales et les Lycopodiales, il y a eu une flore comprenant des Filicinées, des Cycadofilicinées, des Cordaitales qui se sont adaptées à des conditions de milieu plus sec et de stations plus élevées.

Dans ces groupes de plantes certaines espèces ou certaines formes ont pu s'adapter à des conditions de vie différentes. Ainsi s'expliqueraient les apparentes contradictions des résultats, au sujet des *Cordaitales* par exemple. Grand'Eury a trouvé des *Cordaites* enracinés dans des sols de végétation marécageux. Lignier y voit des plantes d'habitat franchement terrestre, une végétation de terres sèches, élevées. Certains types ont pu s'adapter à des stations plus sèches, tandis que d'autres habitaient les marais. La découverte de mycorhizes, comme en présentent aujourd'hui les *Alnus*, les *Myrica*, concorde bien avec la vie en milieu humique, qui favorise ces phénomènes de symbiose entre les racines et des champignons. Comme l'a fait observer M. Weiss le développement de ces mycorhizes de *Cordaites* ne peut en tout cas s'expliquer par la vie en eaux salées, qui exclut les champignons.

— *Quelles conclusions tirer de l'étude des bois fossiles pour apprécier le climat permo-carbonifère ?*

« Il n'y a aucune question qui nécessite autant de circonspection que de conclure, de la faune des temps passés, aux conditions climatériques dans lesquelles elle a vécu. Cette observation s'applique

(1) R. Kidston, D. H. Scott, M. C. Stopes in Davies, *op. cit.* (*Quart. Journ. Geol. Soc.*, LXXVII, p. 65, 1921) — O. Lignier in *Bull. Soc. bot. de France*, LXII, 1915, p. 41 et LXIII, 1916, p. 18.

avec tout autant de justesse à la flore. » Cette remarque de Nathorst (1) commande la plus grande prudence.

Il est généralement admis que durant le Dévonien supérieur et une partie du Carbonifère les conditions climatériques ont été uniformes comme la flore elle-même (2). A la fin de l'époque carbonifère des changements géographiques, topographiques, la surrection de montagnes, l'extension du glaciaire sur une partie du continent gondwanien, furent accompagnés de changements dans la flore. Nous avons déjà mentionné les découvertes récentes relatives à cette flore à *Glossopteris*. Que l'abaissement de température ait eu son rôle important dans la répartition de cette flore dans les régions gondwaniennes, on ne peut guère en douter.

On a recueili des bois fossiles à « zones annuelles » d'accroissement dans les dépôts du *Gondwana inférieur*, en Australie (Arber), dans le sud de l'Afrique (Seward, Leslie), dans l'Inde (Ruth Holden), aux îles Falkland (Halle).

N. Arber (3) a signalé un bois fossile trouvé au Camp d'Intombi, Ladysmith (Natal); il ressemble aux espèces de *Dadoxylon* associées avec la flore à *Glossopteris* dans le continent de Gondwana. Les anneaux d'accroissement sont bien marqués, mais d'inégale épaisseur.

On est porté à admettre que l'absence de zones annuelles dans les bois de la province septentrionale durant le Carbonifère indique, comme la flore elle-même dans son ensemble, un climat uniforme. M. Gothan (4) a repris l'argument d'Unger : les bois paléozoïques n'ont pas de zones annuelles parce que durant le paléozoïque il n'existait pas de périodes climatériques.

Cet argument n'a pas de valeur absolue, d'après M. Antevs (5),

(1) A. G. Nathorst : Sur la valeur des flores fossiles des régions arctiques comme preuve des climats géologiques (*Compte-rendu XI^e Congrès géol. internat.*, (pp. 743-755, 1910) et (*Smith sonian Report* for 1911 pp. 335-344) (Washington, 1912).

(2) Cf. A. C. Seward, *op. cit. Antarctic fossil plants*, pp. 25, 39 et 40.

(3) N. Arber : A note on a fossil wood from Intombi Camp, Ladysmith (*Ann. Natal Museum*, II, 2, p. 233, 1910).

(4) W. Gothan : Die fossilen Holzreste von Spitzbergen (*Kungl. Svenska Vet. Akad. Handl.*, Bd. 45, N° 8, pp. 5-7, 1910) — Die Jahresringlosigkeit der paläozoischen Baume und die Bedeutung dieser Erscheinung für die Beurteilung des Klimas dieser Perioden (*Naturw. Wochenschr.* N. F. Bd. 10. N° 28, 1911).

(5) E. Antevs : Die Jahresringe der Holzgewächse und die Bedeutung derselben als klimatischer Indikator (*Progressus rei botanicæ*, V, 3, pp. 285-386, 1917).

qui a fait une étude critique très approfondie de la question des zones de croissance par rapport aux conditions climatériques et a conclu ses observations sur les plantes actuelles par une application aux plantes fossiles (1).

M. Antevs est d'avis que la valeur des zones de croissance pour apprécier les climats dans les temps géologiques est d'un ordre très subordonné. On ne peut conclure, d'après lui, de l'absence de zones à un accroissement continu et à un climat uniforme. Chaque espèce possède un seuil d'excitation (Reizungsschwelle) pour la formation de ces zones. L'absence de zones prouve simplement que ce seuil d'excitation n'a pas été atteint. La présence de zones dans les bois provenant du continent Gondwanien est imputable à l'abaissement de la température moyenne, dû à la glaciation : la période de repos des plantes a été plus marquée. Il y avait dans ces terres gondwaniennes des végétaux à seuil d'excitation plus bas et il a suffi d'une excitation moindre (abaissement de température) pour provoquer l'apparition de zones (2).

En fait, même dans la province septentrionale, on a signalé quelques bois à zones de croissance. M. Antevs rappelle que Fliche a décrit, sous le nom d'*Araucarioxylon valdajolense*, un bois à zones faiblement indiquées dans le Permien des Vosges.

M. Zalessky a observé des anneaux incomplets d'accroissement chez le *Callixylon Trifilievi* du Dévonien supérieur du Donetz et des zones parfaitement nettes et régulières chez tous les spécimens du *Mesopitys Tchihatcheffi* étudiés par lui et provenant du bassin de Kousnetzk (Sibérie), chez le *Cœnoxylon Scotti* de l'Artinskien de l'Oural (3).

(A suivre.)

(1) E. Antevs, *ibid.* pp. 359-365.

(2) E. Antevs, *op. cit.*, p. 365.

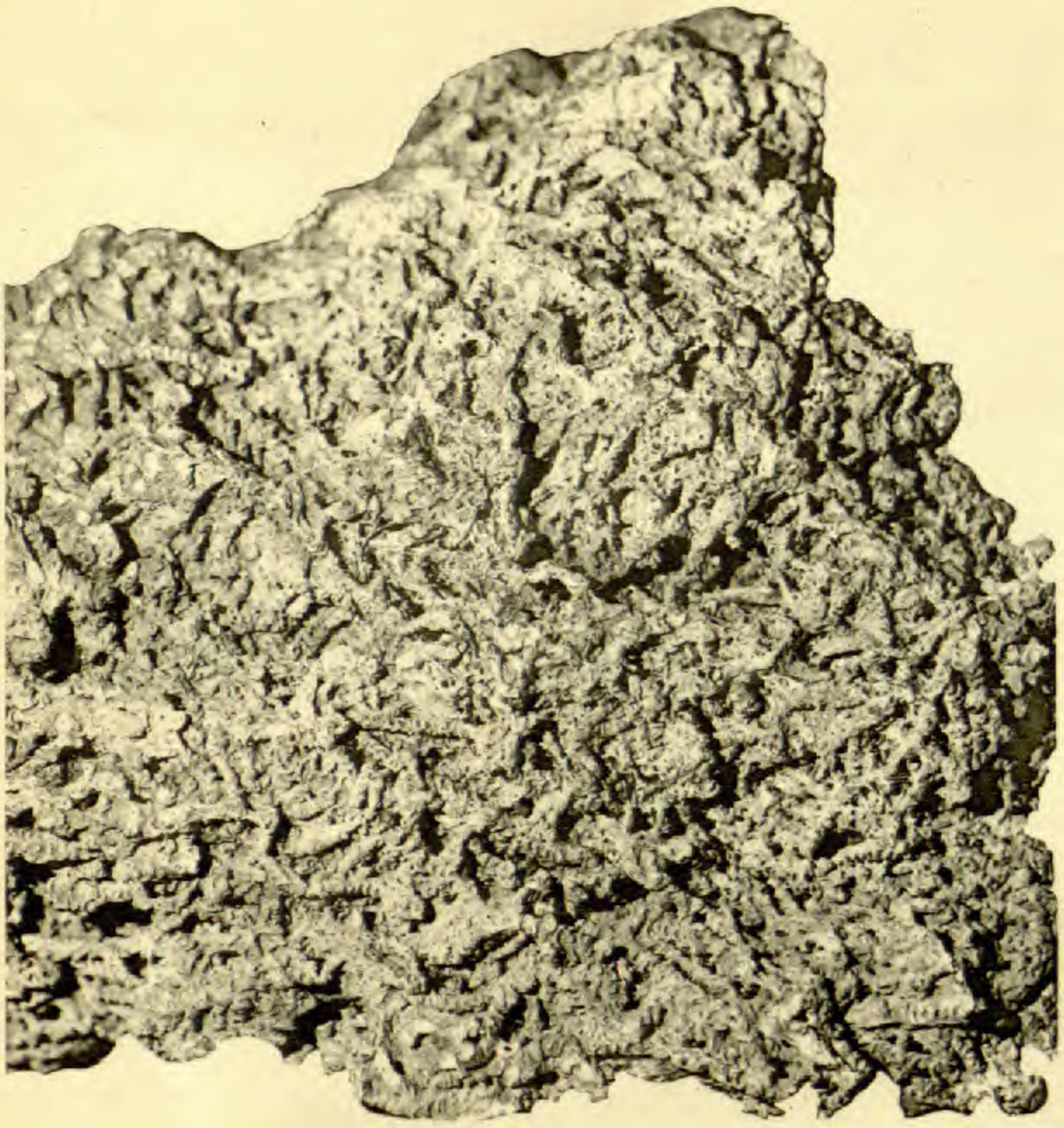
(3) M. D. Zalessky : Etude sur l'anatomie du *Dadoxylon Tchihatcheffi.* (*Mem. Comité géol. St Pétersbourg.* N. S. Liv. 68, p. 21, 1911) — *Etudes paléobotaniques*, 1re partie. pp. 13-16, 1911 — Appendix to the part IV of the *Bull. Soc Natur. Orel*, 1912. p. 25.

Nemours. — Imp. André Lesot. *Le Gérant :* Emile Michaudon.

I

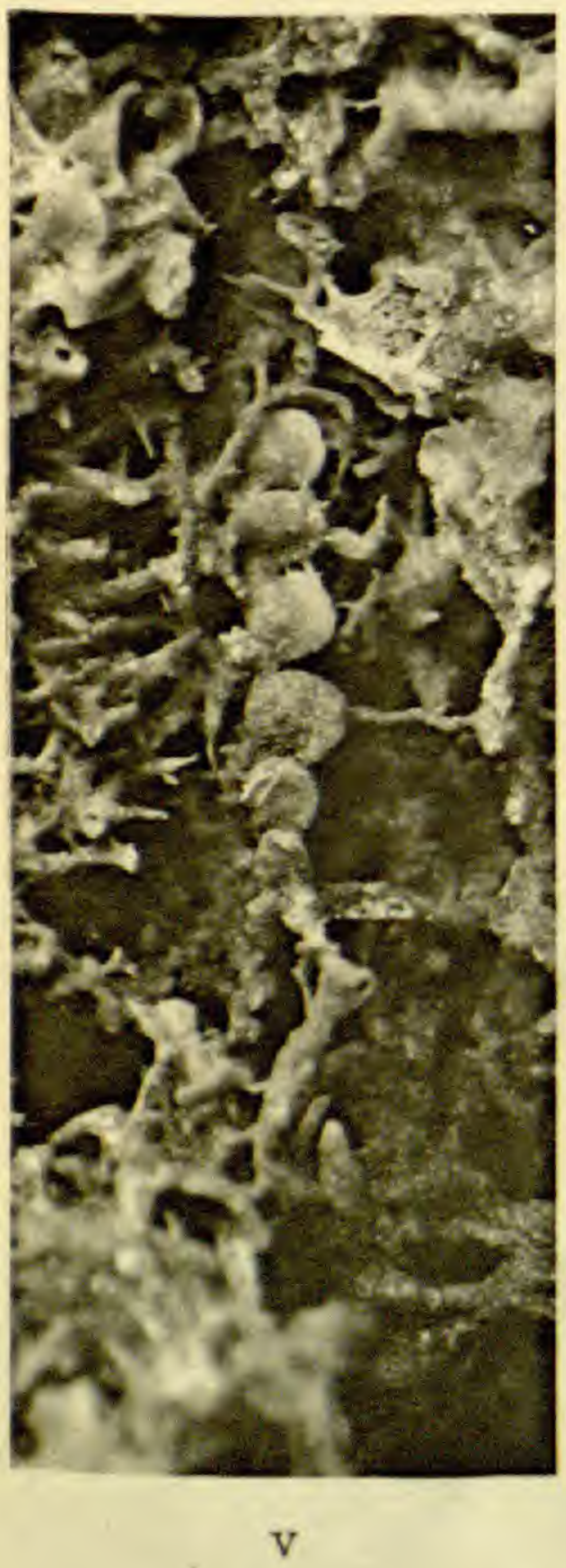
R. Douin, phot. II Le Deley, imp.

Hypnacées fossiles



III

IV



V

VI

VII

VIII

R. Douin, phot. Le Deley, imp.

Hypnacées et Jungermanniacées fossiles

ETUDE BIOLOGIQUE

DE

L'ÉPANOUISSEMENT DES FLEURS

par MM. Adrien DAVY de VIRVILLE et Fernand OBATON

Gaston Bonnier a été le témoin de ces observations et de ces expériences. Il a été l'animateur de ces recherches, les dernières qu'il ait vu faire au Laboratoire de Biologie Végétale de Fontainebleau qu'il dirigeait. Nous dédions ce travail à sa mémoire.

INTRODUCTION

Les premières observations sur l'épanouissement des fleurs remontent à la plus haute antiquité. Ni Linné, ni même Valérius Cordus ou Albert-le-Grand ne furent les premiers observateurs des mouvements des feuilles et des fleurs comme l'ont affirmé à tort les différents auteurs qui ont fait, trop rapidement, l'historique de la question. Théophraste, disciple et ami d'Aristote est le premier à signaler l'ouverture et la fermeture des fleurs qu'il attribue justement à l'action de la chaleur et du froid (1). Ce n'est d'ailleurs là qu'une simple vue de l'esprit, appuyée tout au plus sur des observations sommaires faites dans la nature. Il n'en est pas moins remarquable qu'il y a près de 2.000 ans la véritable cause de ces mouvements ait été très nettement entrevue.

(1) Théophraste : *Les Causes des Plantes* L. II, XIX.

Au 1er siècle de notre ère, Varron consacre un court chapitre de son grand ouvrage : « *De re rustica* » à cette question et il appelle « *héliotropiques* » les fleurs qui suivent constamment le soleil dans sa course.

Presque à la même époque, Ovide dans ses *Métamorphoses* chante la malheureuse Clytie, changée en Tournesol, à cause de son trop grand amour pour Phœbus : cette fable est une allusion évidente aux fleurs héliotropiques. Pline l'Ancien fait plusieurs fois mention de ces mouvements (1) : il parle même d'un arbre qui dort ! Dioscoride (2) relate des observations analogues, alors que Nicolas de Damascène, dont les écrits ont été attribués par erreur à Aristote, nie formellement le sommeil des végétaux ; et même il attache à cette constatation une très grande importance puisqu'il la considère comme un caractère permettant de distinguer la plante de l'animal (3).

Pendant le Moyen Age Albert-le-Grand, au XIIIe siècle Valérius Cordus et d'autres auteurs au XVe siècle, font ou refont des observations analogues sans faire avancer l'état de la question.

Il faut arriver au XVIIIe siècle avec Linné pour trouver les premiers travaux entrepris avec un véritable esprit scientifique sur ce sujet. Mais dès que les chercheurs veulent fournir une explication physiologique du mouvement des végétaux ils s'égarent dans les hypothèses les plus invraisemblables. Duhamel du Monceau, par exemple, montre bien que l'Horloge de Flore de Linné ne marche pas ; mais d'après lui « *il semble que le soleil qui commence à échauffer l'air produise la raréfaction des liqueurs contenues dans les vaisseaux des fleurs, qui se trouvant alors plus remplis* (?) *font effort pour se redresser, d'où peut résulter l'épanouissement de ces fleurs* (4). En 1806, A. P. Decandolle voulut étudier l'action de la lumière sur l'épanouissement des fleurs. Pour ses expériences faites à Paris dans les caves du Jardin des Plantes avec le Citoyen Thouin, il utilisa « *6 lampes à la quinquet* » dont l'intensité lumineuse, d'après un calcul spécieux

(1) Pline l'Ancien : *Histoire Naturelle*. L. II, Cap. 41 ; L. XII, Cap. 23 ; L. XVI, Cap. 42 et 46 ; L. XXII, Cap. 29.

(2) Pedanii Dioscoridis Anazarbei : *De Medica, Materia Libri Sex*. L. IV, Cap. 146 et 171.

(3) Nicolaï Damasceni : *De Plantis Libri Duo Aristoteli vulgo adscripti*. L. I, Cap. 5, 18 et 19.

(4) Duhamel du Monceau : *La Physique des Arbres*. 1788, T. II, p. 158.

qu'il avait établi, était égale aux $\frac{5}{6}$ de la lumière solaire ! Quoique ayant obtenu des résultats contradictoires, il affirme néanmoins que la lumière seule provoquait l'épanouissement des corolles. Or, il est bien certain que seule, la chaleur rayonnante de ses 6 quinquets fumeux intervenait dans les phénomènes qu'il pût observer (1).

OBSERVATIONS SUR L'ÉPANOUISSEMENT DES FLEURS DANS LA NATURE

I. — Historique.

Si Linné n'a pas découvert les mouvements des fleurs, du moins a-t-il le mérite d'en avoir entrepris le premier, leur étude scientifique (2). Il avait remarqué que les corolles de certaines fleurs dites *solaires* s'ouvraient, puis se refermaient au cours de la même journée. Il appela très improprement, mais très poétiquement ce phénomène le réveil et le sommeil des fleurs. Il divisa en 3 catégories les fleurs *solaires* ou *sommeillantes,* et il nomma *météoriques* les fleurs qui s'ouvrent et se ferment à des heures variables suivant la lumière, l'humidité ou la chaleur ; *tropiques,* celles qui s'ouvrent et se ferment à des heures variables suivant la durée des jours au cours de l'année ; *æquinoctiales*, celles qui s'ouvrent et se ferment toujours à la même heure. Ce sont ces fleurs *æquinoctiales* qui lui permirent d'établir une « Horloge de Flore » si imparfaite et pourtant si célèbre après lui.

D'ailleurs, dès la fin du XVIII^e^ siècle, différents botanistes, et, en particulier, Duhamel du Monceau, nous l'avons dit, faisaient remarquer que cette Horloge de Flore, à Paris, retardait sur celle d'Upsal et qu'elle était sujette à de telles variations que son emploi était impraticable.

Rappelons seulement les noms de Dutrochet, Hoffmann et Ratchinsky qui ont étudié uniquement le côté physiologique de la question.

(1) A. J. DECANDOLLE : *Expériences relatives à l'influence de la lumière sur quelques végétaux* in Mém. de l'Institut, Savans Etrangers. T. I. pp. 329-350.

(2) LINNÉ : *Amœnitates Academicæ* T. IV. — *Philosophia Botanica,* 2^e^ éd. 1780, pp 272-277.

Ch. Royer (1) a distingué les fleurs *sommeillantes*, *éphémères*, *demi-sommeillantes* et *non sommeillantes*. De plus, il a étudié le mode d'épanouissement de quelques espèces et montré que l'heure où il se produit, ainsi que la durée de la fleur, varient suivant la saison, l'exposition, l'état atmosphérique de la journée et l'âge de la fleur.

Peu après, Pfeffer (2) a publié les meilleurs travaux faits sur la question. D'après lui, les fleurs s'ouvrent chaque jour parce qu'elles gardent la mémoire des températures et des lumières ayant agi sur elles aux mêmes moments pendant les journées précédentes. Ayant noté l'épanouissement des fleurs évalué en degrés, en fonction de la température, il en a conclu que la température seule ne pouvait déterminer le phénomène sur lequel la lumière avait une action marquée. Il a aussi constaté que certaines fleurs pouvaient reprendre leurs mouvements d'ouverture et de fermeture aussitôt après qu'elles s'étaient refermées, tandis que d'autres devaient passer par une période de repos avant de pouvoir recommencer à s'épanouir.

Rappelons les noms de Fée, Altmanns, Hansgirg (3), Darwin (4), Wiesner qui directement ou incidemment se sont aussi occupés de ces mouvements.

Vöchting (5) a constaté qu'une élévation même légère de la température déterminait l'ouverture des fleurs de *Tulipa* et de *Crocus* et il a appelé ces mouvements *thermonastiques*. Il ne croyait pas d'ailleurs que la chaleur, d'une façon générale, et indépendamment de la lumière fut la cause de l'ouverture et de la fermeture des fleurs.

Ces expériences ont été reprises et complétées par Bürgerstein, en 1887 et 1902 (6).

(1) Ch. Royer : *Essai sur le sommeil des plantes*. Ann. des Sc. Nat. Bot., 1868, 3e Sér., T. IX). — *Sur le sommeil des fleurs* in Bull. Soc. Bot. de Fr., T. VII, 1860, pp. 924-928 et T. XIX, 1872, *Sess. Extr.*, pp. LX-LXI.

(2) Pfeffer : *Physiologischen Untersuchungen*, 1873. *Periodische Bewegungen der Pflanzen*, 1875.

(3) Hansgirg : *Phytodynamischen Untersuchungen*. 1889.

(4) Darwin : *The Power of Movement in Plants*, 1880.

(5) Vöchting : *Op. div.* Voir : *Die Bewegungen der Blüthen und Früchte*. Bonn., 1882.

(6) Bürgerstein : *Ueber die nyctitropischen Bewegungen der Perianthien* : 1887. *Ueber die Bewegungserscheinungen der Perigonblätter von Tulipa und Crocus*. 1902.

Gaston Bonnier, dans un article de vulgarisation paru en 1908, a résumé avec beaucoup de clarté, l'opinion des divers chercheurs sur l'ouverture des fleurs (1).

En résumé, l'examen des travaux parus sur cette question nous montre que si divers auteurs, et en particulier Ch. Royer et Pfeffer ont entrevu une action possible de la température, ils n'ont pas su l'isoler de l'influence de la lumière qui, dans les conditions naturelles, lui est étroitement liée ainsi que nous le verrons ultérieurement.

II. — Observations

Par une belle journée d'été, nous pourrons trouver dans le Parc du Laboratoire de Biologie Végétale de Fontainebleau, les différentes espèces de fleurs dont nous parlerons au cours de ce travail. De bonne heure, le matin, nous verrons s'ouvrir les fleurs à pétales jaunes tachés de brun de l'*Helianthemum guttatum*. Une heure plus tard, ce sont les fleurs d'*Erodium* qui commencent à s'épanouir. Puis les capitules des Pissenlits et les fleurs roses de la petite Centaurée commencent à s'ouvrir. Mais, à ce moment, toutes les fleurs d'Hélianthème sont tombées et peu après, en l'espace de quelques minutes parfois, toutes les fleurs d'Erodium perdent leurs pétales. Pendant l'après-midi, les capitules de Pissenlit et les fleurs de Petite Centaurée se referment. Le soir, l'Œnothère ouvre brusquement ses grandes fleurs jaunes et le Lychnis dioïque étale ses pétales. A côté de ces fleurs qui s'ouvrent et se ferment chaque jour, nous en trouverons d'autres, les Campanules, Linaires, Lamiers, dont les corolles resteront parfaitement épanouies sans opérer aucun mouvement d'ouverture ou de fermeture.

Il est donc possible de classer les différentes fleurs dont nous venons de parler d'après leur durée et leur mode d'épanouissement. Cependant cette classification sera difficile à établir et souvent arbitraire parce qu'il existe entre les différents types tous les intermédiaires. Voici néanmoins ce qu'on peut observer : certaines fleurs s'ouvrent et se ferment ou tombent au cours de la journée, telles le Pissenlit et l'Hélianthème : nous les appellerons *météoriques ;* d'autres

(1) G. Bonnier : *Comment les fleurs s'ouvrent*, la Revue, 15 octobre 1908, pp. 414-423.

restent parfaitement et constamment épanouies comme les Campanules et les Linaires : nous les appellerons *non météoriques*. Parmi les fleurs *météoriques*, les unes ne durent qu'un seul jour : *les éphémères ;* les autres durent plusieurs jours : les *persistantes ;* certaines s'ouvrent le jour et se ferment pendant la nuit comme la Petite Centaurée : ce sont les fleurs *diurnes ;* d'autres au contraire s'ouvrent le soir et se ferment dans la journée comme le *Lychnis* : ce sont les fleurs *nocturnes*. Certaines fleurs éphémères, telles que l'*Helianthemum guttatum* ont leurs corolles qui se détachent alors qu'elles sont pleinement épanouies ; d'autres au contraire, telles que le *Phænopus muralis* perdent leurs corolles un certain temps après qu'elles se sont refermées.

Le tableau suivant résume la classification telle que nous venons de l'établir.

Fleurs météoriques	éphémères	diurnes	à corolle caduque ouverte : *Helianthemum guttatum*
			à corolle caduque fermée : *Phænopus muralis*
		nocturnes : *Œnothera biennis*	
	persistantes	diurnes : *Erythræa Centaurium.*	
		nocturnes : *Lychnis dioïca.*	
Fleurs non météoriques : *Campanula Rapunculus*			

L'observation sommaire décrite précédemment nous montre que les fleurs des diverses espèces s'épanouissent à des heures différentes. Nous sommes donc amenés à nous demander s'il y a une relation entre l'ouverture des fleurs et une heure déterminée ou plutot si l'épanouissement ne dépend pas de l'un des trois facteurs météo-

rologiques qui caractérisent une journée : lumière, température, état hygrométrique.

Pour résoudre cette question, nous avons fait porter nos observations sur un ou deux types de fleurs de chacune des catégories que nous avons établies précédemment. Voici comment nous avons fait nos observations. Nous avons marqué un certain nombre d'exemplaires de la même espèce (au moins 3, parfois 30) et nous avons noté toutes les heures le nombre de fleurs qu'ils portaient et le stade d'épanouissement de leur corolle. Les dessins de la planche 1 expliquent la façon dont nous avons apprécié le degré d'ouverture des fleurs. Nous donnons pour *Helianthemum* les 3 stades que nous appelons 10, 15 et 20. Des valeurs comprises entre ces nombres étaient notées quand la corolle faisait avec l'axe de la fleur des angles intermédiaires à ceux qui sont reproduits sur les dessins. Cette mesure des angles, quoique subjective, est suffisamment exacte parce que nos observations ont porté sur un grand nombre de fleurs et que nous les rapportions à une fleur type divisant ainsi l'erreur par un nombre toujours grand, et qu'ensuite deux observateurs relevant chacun de leur côté les stades d'épanouissement trouvaient les mêmes chiffres.

En même temps que le degré d'épanouissement des fleurs, nous relevions d'heure en heure, la température, l'état hygrométrique et la lumière à la hauteur de ces fleurs. Nous avons mesuré l'intensité de la radiation lumineuse avec un petit appareil basé sur le principe de tous les photomètres à papier sensible, mais qui en diffère par la façon de faire les lectures. L'appareil est constitué par une série de 15 papiers transparents superposés, derrière lesquels on expose pendant 5 minutes une bande de papier sensible au citrate d'argent. Au lieu de comparer la teinte obtenue au bout d'un certain temps avec une échelle de teintes type, nous avons noté le premier degré qui reste parfaitement blanc au bout de 5 minutes d'exposition. Le blanc de ce degré peut être facilement distingué de la teinte rose sus-jascente parce qu'on a comme terme de comparaison tout le reste de la feuille qui, recouvert par un nombre plus considérable encore de papiers transparents reste tout à fait blanc. Cet appareil si simple nous a cependant donné des chiffres qui nous ont permis d'établir des courbes comparables à celles établies avec les degrés du thermomètre. Nous avons porté en ordonnées la température, la lumière,

l'état hygrométrique et l'épanouissement de la fleur. Pour faciliter la lecture des courbes, nous avons pris une unité par degré thermique, deux unités par degré actinométrique et une demie unité par degré hygrométrique. Pour l'ouverture des fleurs dont nous notions l'épanouissement à partir de 10, deux unités étaient égales à un degré d'épanouissement. Nous avons porté les heures en abscisses : une heure étant égale à deux unités. De cette façon, les différentes courbes sont aussi distinctes que possible les unes des autres.

Voici les résultats que nous avons obtenus pour les diverses catégories de fleurs.

Fleurs météoriques éphémères.

Le type des fleurs météoriques éphémères diurnes nous est fourni par celle de l'*Helianthemum guttatum* (1). C'est une espèce annuelle se développant sur les sables les plus secs, dans les stations les plus ensoleillées. Les fleurs sont disposées en grappes lâches et comprennent 3 sépales et 5 pétales à préfloraison tordue. Les boutons se développent pendant la journée qui précède leur éclosion et vers 17-19 h. les pétales commencent à sortir des sépales. La croissance de ces pétales est donc très rapide, caractère que nous retrouverons dans un grand nombre de fleurs. L'épanouissement se produit le matin à partir de 6 h. Les pétales s'écartent très lentement, forment une coupe autour des organes reproducteurs, puis s'étalent tous dans un même plan et même s'infléchissent le long du pédoncule floral. Le mouvement d'inflexion est d'autant plus marqué que la température est plus élevée, et l'état hygrométrique plus faible. Vers 9 ou 10 h., l'épanouissement est terminé. Une demi-heure ou une heure plus tard, les 5 pétales tombent simultanément en opérant un brusque mouvement de nutation qui provoque leur redressement ainsi que celui des sépales avant leur chute immédiate et toujours simultanée. L'examen de la courbe d'épanouissement des fleurs et de celle de la température montre qu'il y a un parallélisme très étroit entre l'ouverture et la chute plus ou moins rapide des fleurs et l'élévation ou l'abaissement de la température. Si la

(1) Rappelons l'étymologie du mot Hélianthème qui veut dire, précisément, « fleur du soleil ».

température monte régulièrement, l'épanouissement des fleurs se produira aussi régulièrement et même très rapidement ; si, pour quelque raison, cette élévation de la température se ralentit ou même s'arrête, l'inflexion qui se produira dans la courbe de température se reproduira, souvent avec un léger retard, dans la courbe d'épanouissement de la fleur. Mais il est à remarquer que cette inflexion est d'autant moins sensible que la fleur sera plus voisine de son complet épanouissement. Il semble que le mouvement d'écartement des pétales soit comparable à un mécanisme monté : une fois que ce mécanisme est déclanché, il devient de moins en moins sensible aux variations des conditions extérieures. La chute des corolles dépend nettement de la température : très rapide, quand le thermomètre monte, elle se ralentit dès qu'il reste stationnaire ou qu'il s'abaisse.

Le tableau suivant montre les diverses phases de l'épanouissement des fleurs observées pendant différentes journées en fonction de la température.

Date	S'ouvre à	Epanouie à	Tombée à
25/6/22	6 h. T = 13°	10 h. T = 21°	12 h. T = 24°
26/6/22	6 h. T = 12°	10 h. T = 19°	12 h. T = 19°
27/6/22	6 h. T = 14°	10 h. T = 25°	12 h. T = 21°
28/6/22	6 h. T = 15°	9 h. T = 23°	12 h. T = 30°
29/6/22	6 h. T = 14°	10 h. 30 T = 20°	13 h. 30 T = 27°
9/8/22	6 h. T = 13°	8 h. T = 15°	11 h. T = 18°
10/8/22	6 h. T = 11°	10 h. T = 18°	12 h. T = 22°
11/8/22	6 h. T = 13°	10 h. T = 20°	12 h. T = 31°

On voit que les fleurs s'ouvrent dès que la température dépasse 12° à 13°, c'est-à-dire entre 6 et 7 h. Elles sont bien épanouies à des températures assez variables : mais si, au lieu de considérer la température prise au moment de l'épanouissement complet des fleurs, on considère le degré thermique relevé 30 minutes auparavant, on verra qu'il est ordinairement compris entre 19° et 21°. Ainsi cette température moyenne de 20° nécessaire à l'épanouissement parfait des fleurs n'exerce pas son action immédiatement : il faut un certain temps aux fleurs pour réagir : et le temps de latence de 30 minutes que nous avons observé est d'ailleurs de l'ordre des temps de latence indiqués avant nous pour diverses réactions physiologiques des végétaux. La température observée au moment où toutes les fleurs sont tombées est très variable. Mais la chute des corolles, nous

l'avons dit, est directement influencée par l'élévation ou l'abaissement relatif de la température. Une fleur dure donc, le plus souvent, de 4 à 5 heures.

Nous ne donnons là, d'ailleurs, que des chiffres moyens ; car, même pour les fleurs éphémères qui sont les plus sensibles de toutes aux variations des conditions extérieures, il n'y a point de degré rigoureusement déterminé à partir duquel la fleur s'ouvre : ce degré varie légèrement suivant la température moyenne de la nuit et même de la journée précédentes. Cette température a-t-elle été basse : la fleur commencera à s'ouvrir dès qu'une hausse appréciable et suivie se produira. Cette température, au contraire, est-elle constamment élevée : il faudra alors une élévation encore plus considérable pour que l'épanouissement se produise. Il y a une adaptation rapide entre la fleur et le milieu extérieur.

On ne constate pas un parallélisme aussi étroit entre la courbe de l'épanouissement des fleurs et celle de l'état hygrométrique de l'air et de la lumière. Pourtant, dans les conditions naturelles, lorsque la lumière augmente, l'état hygrométrique s'abaisse ordinairement. Souvent le matin, lorsque les fleurs s'ouvrent, l'atmosphère est encore saturé de vapeur d'eau. D'ailleurs, la courbe du 9 août 1922 reproduite ci-après (Voir Pl. 3) montre nettement que l'influence de l'état hygrométrique et de la lumière sur l'ouverture et la chute des corolles est presque nulle. A partir de 10 h, les fleurs commencent à tomber alors que l'état hygrométrique remonte de 67 à 100 et que la lumière s'abaisse de 9 à 8.

Le nombre des fleurs que porte un exemplaire d'*Helianthemum guttatum* est toujours très réduit. Lorsque la température de la veille du jour où on prend l'observation n'a pas dépassé 20°, il n'y a jamais plus d'une fleur par pied. Quand elle atteint 25° ou plus, on peut compter 2 et rarement 3 fleurs sur le même exemplaire.

Un autre type de fleur éphémère à corolle caduque ouverte nous est fourni par l'*Erodium cicutarium*. C'est une plante annuelle, bisannuelle ou vivace qui croît dans les champs sablonneux, sur les pelouses rases, parfois sur les vieux murs, toujours dans des stations sèches et ensoleillées, comme l'*Helianthemum guttatum*, et, remarquons-le, comme presque toutes les plantes à fleurs éphémères. Les fleurs sont groupées à des niveaux variables à l'extrémité d'un même pédoncule. On compte 5 sépales à préfloraison imbriquée

et 5 pétales à préfloraison tordue. Nous avons choisi 30 pieds de cette espèce dont nous avons suivi chaque jour la floraison pendant plusieurs mois. Le tableau suivant montre comment les fleurs s'ouvrent, en fonction de la température, pendant diverses journées du mois de Mai et de Juin, à Fontainebleau.

9/5/22	5 h. 30	T = 10°	Epanouie à 7 h. T = 24°	Tombée a 8 h. 30 T = 28°
16/6/22	8 h.	T = 12°	Stade 16 à 13 h. T = 19°	Se referme sans tomber.
17/6/22	6 h.	T = 13°	Epanouie à 8 h. T = 22°	Tombée à 9 h. 30 T = 28°
18/6/22	6 h.	T = 13°	Stade 16 à 11 h. T = 19°	Se referme sans tomber.

On voit très nettement que les diverses phases de l'épanouissement des fleurs se produisent aux heures les plus variables. Ainsi, l'ouverture des fleurs qui s'opère vers 6 h. 30 est avancée d'une heure ou au contraire retardée, suivant la température de la journée. Le degré thermique minimum nécessaire à l'ouverture des fleurs égal à 10 ou 12° peut s'abaisser à 8° pendant les périodes de forte chaleur. Les pétales s'écartent progressivement et l'épanouissement de la fleur est toujours complet 30 minutes après que la température a atteint 24°. Nous retrouvons ici le même temps de réaction que celui que nous avons observé pour l'Hélianthème. Lorsque la température dépasse 30°, les pétales commencent à se détacher, non pas simultanément, comme dans l'Hélianthème, mais isolément : un ou plusieurs pétales peuvent rester attachés très longtemps après les autres (1). La chute des pétales est d'autant plus rapide que la température se maintient plus élevée et la fleur peut rester épanouie pendant des temps très variables, de 1 à 4 heures, et parfois plus. La durée moyenne d'une fleur étant de 5 à 6 heures est donc plus longue que celle de l'*Helianthemum guttatum*. Si la température n'atteint pas environ 24°, ce qui arrive assez souvent par les mauvaises journées (16 et 18 juin 1922 par exemple), la fleur ne s'épanouit qu'imparfaitement et d'autant moins que la température reste plus basse. Enfin, si la température ne monte pas au-dessus de 12°, les fleurs restent toute la journée sans s'ouvrir. Dans ces divers cas, la fleur ne tombe pas, mais elle se referme très lentement dans la soirée pour s'ouvrir le lendemain si les conditions sont favorables. D'ailleurs ces fleurs tombent toujours plus rapidement que les fleurs

(1) Toute fleur dont un pétale s'est détaché a été considérée comme une fleur tombée.

normales qui n'ont pas déjà vécu une journée. Dans ces conditions, la fleur d'*Erodium* normalement éphémère, devient persistante. Et même si, pendant plusieurs journées consécutives, la température reste basse, certaines fleurs peuvent persister longtemps et devenir presque insensibles aux conditions extérieures.

Si les courbes montrent qu'il y a une relation très étroite entre l'ouverture des corolles ainsi que leur chute et la température, elles montrent aussi qu'un tel parallélisme n'existe pas avec les nombres d'état hygrométrique et de lumière : ce que nous avons déjà constaté pour l'Hélianthème.

Le nombre de fleurs porté par un exemplaire de cette espèce est assez variable : il est toujours égal à 1 au mois d'Avril, au début de la floraison, alors que la température ne s'élève guère au-dessus de 20° dans la matinée. Dès que la température, dans la journée, reste pendant plusieurs heures au-dessus de 20°, il est toujours égal à 2 ou 3 ; lorsque la température dépasse 25°, toujours pendant plusieurs heures, il s'élève à 3 ou 4, et lorsqu'elle atteint 40 et 45°, à 6 et très rarement 7 fleurs.

Le type des fleurs météoriques éphémères à corolle caduque fermée est représenté par celle du *Phænopus muralis*, plante annuelle qu'on rencontre dans les terres remuées des jardins, sur les vieux murs, dans les endroits secs et pierreux des bois. L'inflorescence est une panicule lâche sur laquelle de nombreux capitules se développent chaque jour. La nuit qui précède leur éclosion, les 5 fleurs en languette sortent des bractées. D'abord enroulées longitudinalement, elles se déroulent progressivement jusqu'à faire un angle de 90° avec l'axe de la fleur. On aperçoit alors les étamines et le style, d'abord dressé, qui s'étale à son tour comme les ligules. Le capitule se ferme pendant l'après-midi et le lendemain matin les fleurons sont assez rapprochés pour qu'il soit difficile de les distinguer de ceux qui vont s'ouvrir dans la journée. Si on suit l'évolution ultérieure de ce capitule, on voit qu'il se ferme, se dessèche, puis les fleurs se détachent au-dessus des akènes formés.

Dans ce cas particulier, la durée de la fleur est confondue avec celle de l'inflorescence dont elle fait partie. Le tableau suivant indique l'heure et la température au moment des principales phases de l'épanouissement du *Phænopus* pendant des journées assez différentes par leur météorologie à Laval et à Fontainebleau.

	Date	S'ouvre à	Epanouie à	Commence à se refermer	Fermée à
Fontainebleau :	8/8/22	6 h. T = 15°	11 h. T = 18°	aussitôt	17 h. T = 18°
Laval :	9/8/22	7 h. T = 14°	10 h. T = 18°	12 h. T = 25°	16 h. T = 17°
Fontainebleau :	9/8/22	9 h. T = 16°	10 h. T = 17°	13 h. T = 20°	18 h. T = 17°
Fontainebleau :	11/8/22	7 h. T = 14°	10 h. T = 19°	11 h. T = 18°	18 h. T = 16°
Laval :	13/8/22	6 h. T = 15°	9 h. T = 18°	11 h. T = 20°	16 h. T = 19°
Fontainebleau :	4/8/22	9 h. T = 15°	12 h. T = 21°	aussitôt	18 h. T = 17°

Le tableau ci-dessus montre que les capitules s'ouvrent à une température voisine de 15°, quelle que soit l'heure à laquelle cette température est atteinte. Nous pouvons remarquer toutefois des différences de 2°, mais une telle différence est beaucoup moins importante que la marge des heures pendant laquelle s'ouvrent les fleurs. En effet, aux mois de juin ou de juillet, entre 6 et 9 h., la température monte normalement d'environ 5° par heure ; 2° d'élévation de température correspondent donc à 25 minutes dans le temps. Or ici, nous constatons des différences de 3 heures alors que, d'après ce calcul, la température passant de 14 à 16° ne serait justifiable que d'une différence d'une demi-heure au plus. Les capitules restent, le plus souvent, 1 ou 2 h. en plein épanouissement parce que la température continue à monter : si elle reste stationnaire ou si elle baisse, les capitules se referment aussitôt ; et quand, le soir, la température est devenue inférieure à 18°, toutes les corolles sont de nouveau redressées et fermées. Le capitule reste donc ouvert pendant 10 à 11 heures par jour. D'après ce que nous avons dit précédemment, on voit toute l'importance de l'observation du 9 août faite comparativement à Laval et à Fontainebleau et qui montre, pour l'ouverture des capitules, des différences de 2 heures. Deux courbes sont reproduites ci-après. (Voir Pl. 3 et Pl. 5). Le 7 août, la température monte régulièrement de 17 à 22° : les capitules s'épanouissent très régulièrement et restent ouverts pendant 5 heures. Puis, quoique la température reste stationnaire, ils se referment assez lentement. Le 14 août peut être considéré comme une journée expérimentale. L'atmosphère est restée saturée de vapeur d'eau pendant toute la journée ; la température ne s'est élevée que de 15 à 16° ; la lumière est montée jusqu'à 6. Aussi les capitules sont restés pendant plus de 3 heures sans s'épanouir ; puis ils se sont ouverts lentement et incomplètement pour se refermer aussitôt.

Le nombre de capitules portés par un exemplaire de *Phænopus*

muralis est très variable. Quand la température, la veille du jour où on observe la floraison, ne dépasse guère 20°, le nombre des capitules porté par un pied assez vigoureux est d'environ 3. Quand cette température dépasse 30°, on observe souvent 7 capitules et plus par pied. Mais s'il y a une relation certaine entre le nombre des fleurs portées par un exemplaire et la température du jour précédent, ce nombre dépend également de la vigueur de l'exemplaire.

Le *Lapsana communis* se rapproche très étroitement du *Phænopus muralis*. L'inflorescence est la même, mais chaque capitule renferme de 12 à 18 fleurs dont l'épanouissement se produit de la même façon que chez le *Phænopus*. Il arrive toutefois, et exceptionnellement, que certains capitules s'ouvrent tardivement et irrégulièrement. Nous aurons l'occasion de retrouver ces épanouissements irréguliers chez d'autres fleurs. Le tableau suivant montre les relations entre la température et les principales phases de l'épanouissement des fleurs au cours de différentes journées.

	Date	S'ouvre à	Epanouie à	Commence à se refermer	Fermée à
Laval :	31/7/22	8 h. T = 17°	10 h. T = 20°	aussitôt	14 h. T = 17°
Laval :	8/8/22	7 h. T = 15°5	12 h. T = 22°	13 h. T = 19°	18 h. T = 15°
Fontainebleau :	8/8/22	8 h. T = 15°5	14 h. T = 18°	16 h. T = 18°	18 h. T = 17°5
			Maximum d'épanouissement		
Laval :	14/8/22	7 h. T = 16°	13 h. T = 16°	aussitôt	18 h. T = 14°

On voit que les capitules s'ouvrent vers 7 ou 8 h., lorsque la température dépasse 15° ; ils sont épanouis dès que la température atteint 17° entre 10 et 14 heures et ils restent 1 ou 2 h. en cet état, puis ils se referment dès que la température s'abaisse ou même cesse de monter. Il arrive parfois que les capitules s'ouvrent à des températures plus basses que nous venons de mentionner. Nous expliquerons ce phénomène en disant que c'est moins la valeur absolue de la température qui compte pour déclancher le mécanisme de l'ouverture qu'une variation brusque de la température. C'est ce qui se produit lorsque les nuits sont froides ; dans ce cas, les fleurs s'ouvrent de meilleure heure le matin.

L'examen des courbes reproduites ci-après (Voir Pl. 4 et 5), montre que la lumière et l'état hygrométrique n'ont pas d'influence sur le phénomène qui nous intéresse. La courbe du 11 août 1922 est un bon exemple de l'ouverture des capitules de Lapsane. Elle suit

très régulièrement la température, ainsi que la lumière et l'état hygrométrique. Mais l'examen de la courbe du 14 août permet de dire que l'état hygrométrique toujours égal n'a pas empêché l'épanouissement des capitules de cette espèce.

Il est intéressant de comparer la floraison du *Lapsana* et celle du *Phænopus*. Les deux espèces ont besoin sensiblement de la même chaleur pour s'ouvrir. Le mouvement d'écartement des fleurons commence donc à la même heure, mais il est plus rapide dans le *Lapsana* que dans le *Phænopus*. De plus, les capitules de cette première espèce ne restent épanouis que pendant une heure, tandis que ceux du *Phænopus* sont souvent ouverts pendant quatre heures ; la fleur de *Lapsana* dure six heures, tandis que l'autre dure dix heures. Ces deux espèces, quoique voisines, ont donc des courbes d'épanouissement différentes qui sont pour chacune d'elles aussi caractéristiques que la forme et la structure de leurs feuilles par exemple.

Le nombre de capitules qui s'épanouissent chaque jour sur un exemplaire est très variable : de 2 à 15 et même plus. Ce nombre dépend du temps depuis lequel l'exemplaire est fleuri et de la température maxima de la veille du jour où on prend l'observation. Si on construit la courbe de floraison d'un exemplaire en portant, en abscisses les journées et, en ordonnées le nombre de capitules épanouis et qu'on superpose cette courbe à une autre où l'on aura marqué les températures maxima du jour qui précède l'épanouissement, on verra que presque toutes les irrégularités de la courbe de température seront fidèlement reproduites dans la courbe de floraison. On constate souvent, chez cette espèce, une interruption de la floraison, si la température reste basse pendant plusieurs journées consécutives. Si la température s'élève de nouveau, la floraison reprend et presque toujours le nombre des capitules épanouis chaque jour est beaucoup plus élevé qu'auparavant.

Dans cette même catégorie de fleurs éphémères diurnes à corolle caduque fermée, nous avons également étudié l'*Anagallis arvensis* ou Mouron Rouge, particulièrement intéressant parce que sa fleur éphémère peut devenir très facilement persistante. L'*Anagallis arvensis* est une plante annuelle abondante dans toutes les terres remuées. Les fleurs portées sur de longs pédoncules qui prennent naissance à l'aisselle des feuilles opposées ont un calice à 5 sépa-

les et une corolle à 5 pétales, à préfloraison tordue. Les pétales ne sont soudés entre eux qu'à la base. La fleur se forme très rapidement : la corolle sort du calice quelques heures avant de commencer à s'ouvrir. L'épanouissement est progressif, les pétales s'écartent et se disposent en coupe ; puis, si la température monte suffisamment, vers 30°, ils s'infléchissent vers le pédoncule floral. Les corolles se détachent pendant la nuit ou pendant la matinée suivantes. Mais lorsque la température ne s'élève pas assez pour permettre l'épanouissement complet de la fleur, la corolle ne se détache pas, s'ouvre et se referme de nouveau le lendemain. Du reste, les corolles détachées peuvent encore présenter dans la journée qui suit leur chute des mouvements très nets d'ouverture et de fermeture. Le tableau ci-dessous montre les principales phases de l'épanouissement des fleurs de cette espèce en relation avec la température.

	Date	S'ouvre à	Epanouie à	Commence à se fermer	Fermée à
Laval :	31/7/22	9 h. T = 14°	13 h. T = 31°	aussitôt	16 h. T = 20°
Laval :	9/8/22	9 h. T = 16°	Stade 16 à 13° T = 26°	—	15 h. T = 19°
Fontainebleau :	10/8/22	9 h. T = 16°	Stade 12 à 13° T = 22°	—	16 h. T = 19°
Laval :	11/8/22	8 h. T = 15°	Stade 19 à 12° T = 26°	—	15 h. T = 19°
			Epanouie à	Se ferme à	
Fontainebleau :	11/8/22	8 h. T = 15°	12 h. T=31°	13 h. T= 26°	16 h. T = 20°
Laval :	12/8/22	9 h. T = 16°	12 h. T=30°	T= 32°	16 h. T = 20°

Ce tableau montre nettement que la fleur s'ouvre dès que la température dépasse 15°. Elle est épanouie au moment le plus chaud de la journée entre 10 et 13 h., en général. Du reste, l'épanouissement complet de la fleur ne se produit que si la température dépasse 30° et il ne dure guère plus d'une heure : car il faut que la température s'élève de plus en plus pour que la fleur reste en cet état. Quand la température s'abaisse au-dessous de 19 à 20°, la fleur est refermée. Pendant un mois, des observations faites à Laval ont montré que deux pieds d'*Anagallis* situés, l'un, au soleil, près d'un mur, l'autre, à l'ombre de grands arbres, présentaient constamment des différences d'une heure pour l'ouverture et la fermeture de leurs fleurs. La courbe du 12 août, reproduite ci-après (Pl 4) est caractéristique. La température monte régulièrement jusqu'à 32° et la fleur reste pendant une heure pleinement épanouie. Au contraire, le 13 août (Pl. 3), la température n'a pas dépassé 22° : aussi la fleur ne s'est-elle pas ouverte au maximum. Enfin, le lendemain l'air est resté

saturé de vapeur d'eau, la température a oscillé entre 15 et 16° et la fleur est resté fermée quoique la lumière ait varié de 3 à 6 (Pl. 5).

La floraison d'un pied d'*Anagallis* est très variable. Comme pour les autres espèces que nous avons étudiées précédemment, elle dépend surtout de la température maxima de la veille. Mais elle est aussi en relation avec la vigueur de l'exemplaire et avec le temps depuis lequel il porte des fleurs. Si la température est assez élevée le jour où on fait l'observation, il se forme rapidement des fleurs nouvelles qui éclosent plus tard que les autres : ce sont, en somme, des fleurs supplémentaires pour un jour donné.

Le *Convolvulus arvensis* porte des fleurs météoriques éphémères diurnes à corolle caduque fermée qui obéissent aux mêmes lois que celles établies pour les précédentes espèces. C'est toujours la température qui règle les mouvements d'ouverture et de fermeture de leurs corolles.

Le type des fleurs éphémères nocturnes est *l'Œnothera biennis*. Les fleurs de cette espèce sont groupées en de longues grappes feuillées. Elles ont un calice à 2 sépales, à préfloraison valvaire qui enveloppe complètement avant l'éclosion 4 pétales à préfloraison tordue. A l'inverse de ce qui se produit pour les fleurs éphémères diurnes, ici c'est un abaissement de température qui amène l'ouverture des boutons floraux : mais il faut qu'auparavant la température se soit élevée dans la journée au-dessus de 18 à 20°. En effet, pendant les périodes pluvieuses où la température reste inférieure à 18°, aucun bouton ne peut s'épanouir le soir. Les pétales écartent progressivement les 2 sépales qui les entourent. Ce mouvement dure environ 15 minutes. Puis les sépales se fendent longitudinalement suivant la nervure médiane. Ils pressent sur les pétales et les écartent. Chacun d'eux est bientôt tout à fait semblable à un double ressort qui arrive progressivement à son moment d'équilibre. A ce moment la moindre pression exercée sur leur face interne fait fonctionner les ressorts et les deux sépales, quelquefois en moins d'une seconde, se rabattent le long du pédoncule floral. Parfois l'éclosion se produit irrégulièrement ou plus lentement, soit que l'un des sépales ne se fende pas longitudinalement comme nous venons de le dire, soit que la température de la journée ne se soit guère élevée au-dessus de 20 à 22°. En effet, l'éclosion est d'autant plus rapide que la journée a été plus chaude. En une heure, les

fleurs sont complètement épanouies et elles restent en cet état pendant toute la nuit. Dès le matin, elles se fanent progressivement, à mesure que la température monte. Déjà au-dessus de 17°, elles sont à moitié fanées, et, dans la soirée suivante, les pétales sont flasques et décolorés (1). Pour cette espèce encore, nous constatons qu'il n'y a qu'une relation indirecte entre l'épanouissement des boutons et une heure déterminée de la journée. Du reste, suivant la saison de l'année, l'éclosion se produit plus tôt ou plus tard par suite des raisons que nous avons indiquées. L'étude de l'épanouissement des fleurs éphémères nocturnes qui semblerait au premier abord contredire notre théorie, en fournit au contraire, une nouvelle démonstration. Les fleurs nocturnes réagissent vis-à-vis de la chaleur comme les fleurs diurnes, mais d'une façon inverse. Ni la lumière, ni l'état hygrométrique n'excercent une semblable action. Les fleurs se fanent tout aussi bien quand l'atmosphère est saturée de vapeur d'eau.

Le nombre de fleurs que porte chaque jour un exemplaire d'*Oenothera biennis* est très variable et en rapport direct avec la température de la veille. Si la température, dans la journée, ne s'élève pas au-dessus de 18°, aucun bouton ne s'épanouit le soir. Nous pourrions donc répéter au sujet de cette espèce ce que nous avons déjà dit pour les précédentes.

Fleurs météoriques persistantes

Un bon type de fleurs persistantes diurnes nous est fourni par l'*Erythræa Centaurium*. Les fleurs roses sont groupées en corymbes compacts à l'extrémité des tiges feuillées et comprennent 5 sépales à préfloraison valvaire et 5 pétales à préfloraison tordue soudés en un long tube à leur partie inférieure. Le tableau suivant indique pour quelques jours, à Laval, les différentes phases de l'épanouissement de la fleur en fonction de la température.

Date	S'ouvre à	Epanouie à	Commence à se fermer à	Fermée à
8/8/22	10 h. T = 17°	12 h. T = 23°	15 h. T = 20°	18 h. T = 18°
11/8/22	9 h. T = 17°	11 h. T = 24°	14 h. T = 21°	15 h. T = 19°
12/8/22	9 h. T = 18°	11 h. T = 22°	13 h. T = 22°	16 h. T = 20°

(1) Exceptionnellement lorsque la température ne s'élève pas au-dessus de 13 à 14°, les fleurs mettent deux jours à se faner complètement.

La fleur s'épanouit dans la matinée dès que la température dépasse 17 à 18°. Elle est épanouie dès que cette température s'élève au-dessus de 22° et elle reste souvent de 2 à 3 heures en cet état ; elle se referme quand la température s'abaisse au-dessous de 20° ou même cesse de s'élever comme nous l'avons vu le 12 Août. La courbe de cette journée est d'ailleurs caractéristique de cette espèce. La température monte à peu près régulièrement de 9° à 31°; la lumière de 4 à 12 et l'état hygrométrique s'abaisse de 100 à 40 : la fleur s'ouvre assez lentement, reste pleinement épanouie pendant 2 heures, puis se referme à peu près aussi lentement. Le 14 Août, au contraire, la température ne s'élève que de 15 à 16°; l'atmosphère reste saturée de vapeur d'eau, la lumière monte de 3 à 6 : la fleur reste fermée pendant toute la journée.

Comme pour les autres espèces, nous avons constaté que le nombre de fleurs portées par un exemplaire d'*Erythræa Centaurium* dépend de la vigueur de l'exemplaire, du temps depuis lequel il fleurit, du jour où se produit le premier épanouissement des fleurs et, naturellement, de la température maximum du jour où on prend l'observation.

Il y a beaucoup de fleurs persistantes diurnes dans la nature. Voici les observations que nous avons faites sur quelques composées, famille qui renferme beaucoup de fleurs de ce type.

Le Pissenlit, *Taraxacum Dens-leonis*, a de grandes fleurs jaunes groupées en capitules isolés à l'extrémité d'un pédoncule qui se développe à l'aisselle des feuilles. Il faut que la température dépasse 10 à 12°, en général, pour que les capitules s'ouvrent et leur plein épanouissement ne se produit qu'à partir de 18°. Quand la température est inférieure à 10°, les capitules restent toujours fermés. Si la matinée est froide, les capitules ne s'épanouissent que dans l'après-midi. Les capitules qui s'ouvrent pour la première fois sont beaucoup plus sensibles aux variations thermiques que ceux qui sont plus âgés. D'ailleurs l'ouverture des capitules se produit souvent irrégulièrement et par moitié : il est à remarquer que c'est presque toujours la partie la plus éclairée mais aussi la plus échauffée par les rayons solaires qui s'ouvre d'abord. Il est encore plus difficile que pour les fleurs éphémères d'indiquer un degré thermique précis à partir duquel la fleur s'ouvre ou se ferme : ce degré varie avec la saison où sont faites les observations et avec la météorologie des

journées précédentes. La durée de la fleur est d'autant plus longue que la température se sera maintenue plus basse. On ne constate pas de semblables relations ni avec la lumière, ni avec l'état hygrométrique de l'air. Ainsi il arrive parfois que les capitules commencent à s'ouvrir quoique l'atmosphère soit saturée de vapeur d'eau : il est donc particulièrement impropre d'appeler le Pissenlit, comme on l'a fait, le « Baromètre ou l'Hygromètre du Pauvre ». Le nombre de capitules que porte un exemplaire de Pissenlit est peu variable : le plus souvent il est égal à 1 et c'est même la règle lorsque la température maxima de la veille n'est pas supérieure à 20 ; mais, exceptionnellement, il peut s'élever à 4 par des périodes de journées très chaudes. La durée de floraison d'un exemplaire est très longue : souvent elle s'interrompt pendant un temps plus ou moins long pour reprendre ultérieurement. C'est la raison pour laquelle on peut rencontrer des Pissenlits en fleurs pendant toutes les saisons de l'année.

Des observations analogues peuvent être faites sur la Petite Pâquerette *(Bellis perennis)*. La fleur de cette espèce dure beaucoup plus longtemps que celle du Pissenlit : le même capitule peut s'ouvrir pendant 8 à 15 jours. L'épanouissement commence une heure plus tard et la fermeture se produit une heure plus tôt que chez le Pissenlit : car il leur faut une température plus élevée pour effectuer leurs mouvements. C'est donc, comme pour les autres espèces, la chaleur et non l'état hygrométrique ou la lumière qui régissent l'ouverture et la fermeture des capitules. Ce que nous avons dit sur le nombre de capitules portés chaque jour par un exemplaire de Pissenlit s'applique également au *Bellis perennis*.

Citons aussi le *Leontodon hispidus* que nous avons observé pendant plusieurs jours au mois de Juillet. L'ouverture et la fermeture du capitule ne se produit qu'au-dessus de 18° en général. Mais ce n'est là qu'un degré thermique moyen qui est sujet aux variations que nous avons indiquées à propos des autres plantes.

Avec le *Leontodon*, le *Bellis* et le *Taraxacum*, nous arrivons à une catégorie de fleurs moins sensibles aux variations de température. Nous pouvons placer dans cette même classe la fleur du *Papaver Rhœas* qui dure 3 à 4 jours, celle du *Ranunculus bulbosus* qui persiste une dizaine de jours, de l'*Epilobium montanum* qui vit

2 à 3 jours et dont l'ovaire infère dressé pendant le jour se courbe la nuit. Mentionnons d'une façon spéciale le *Solanum dulcamara* qui a une fleur à ouverture brusque lorsque la température est élevée. Les étamines font pression sur les pétales qui se détachent brusquement par leur extrémité et s'infléchissent ou s'enroulent ultérieurement. Souvent l'éclosion est irrégulière. Les pétales qui sont situés du côté du soleil se recourbent avant les autres. La fleur se referme un peu le soir, mais le lendemain et le surlendemain les mouvements deviennent de moins en moins visibles, établissant ainsi une transition entre les fleurs météoriques et non météoriques.

Le type des fleurs persistantes nocturnes nous est fourni par le *Lychnis dioica*. Cette plante porte des fleurs mâles et femelles sur des pieds différents. Dans les deux cas, ces fleurs sont groupées en une cyme bipare beaucoup plus florifère chez les pieds ♂ que chez les pieds ♀. Il y a 5 sépales à préfloraison imbriquée et 5 pétales à préfloraison tordue. Les pétales d'abord enfermés dans les sépales croissent très rapidement. Ils en sortent dans l'après-midi vers 15 heures. En 4 ou 5 heures, ils s'allongent d'environ 12 mm. Vers 20 h., l'éclosion commence. Elle peut être brusque ou lente et on peut savoir à l'avance, dans le cas d'une fleur ♂, comment se comportera un bouton déterminé. Dans le cas où un bouton s'ouvrira brusquement on remarque que les boutons sont pointus car les pétales se séparent par une de leurs lèvres, tandis que les autres lèvres restent adhérentes en cône au sommet. Au contraire, lorsque l'éclosion doit être lente, les boutons sont arrondis, toutes les lèvres se soulèvent à la fois et la figure dessinée par les 5 pétales très distincts observés à ce moment est tout à fait comparable au schéma d'une turbine à eau. Les fleurs qui sont bien épanouies le matin se ferment ou, plus exactement, se fanent au fur et à mesure que la température s'élève. Quand la fleur est encore jeune, les pétales s'enroulent les uns dans les autres, reprenant la position qu'ils avaient dans le bouton ; à mesure qu'elle vieillit, ils s'enroulent longitudinalement sur eux-mêmes ou se chiffonnent irrégulièrement. Le soir, la fleur s'épanouit de nouveau. Les mêmes mouvements reprennent le lendemain avec moins de régularité. Si c'est une fleur ♂, elle se fane le 3[me] jour et reste en cet état, puis tombe le lendemain ou le surlendemain : car les pédoncules floraux sont articulés au-dessous du calice. Si c'est une fleur ♀, elle dure plus

longtemps et les mouvements de fanaison et d'ouverture de la fleur se produisent de plus en plus irrégulièrement pendant un jour ou deux.

Le tableau suivant montre les principales phases de l'épanouissement des fleurs ♂ et ♀ en fonction de la température au cours de différentes journées.

Lychnis dioica : pied ♂

	Date	Se fane à	Fanée à	S'ouvre à
Laval :	11/8/22	8 h. T = 17°	11 h. T = 22°	17 h. T = 17°
Laval :	15/8/22	8 h. T = 15°	11 h. T = 24°5	18 h T = 15°

Lychnis dioica : pied ♀

	Date	Se fane à	Fanée à	S'ouvre à
Fontainebleau :	7/8/22	9 h. T = 20°	13 h. T = 25°	18 h. T = 21°
Laval :	9/8/22	11 h. T = 22°	13 h. T = 25°	10 h. T = 17°

L'examen du tableau montre que la fleur ♀ est moins sensible que la fleur ♂ aux variations thermiques. Les boutons de ces deux sortes de fleurs s'épanouissent à peu près à la même température, c'est-à-dire vers 15°, condition qui est réalisée vers 19 h. Dans le cas où la température ne dépasse pas 18° à 20° pendant la journée, les pétales sortent du calice mais ne s'épanouissent que pendant la nuit ou même le lendemain. Les fleurs jeunes se distinguent facilement à l'œil nu des fleurs plus âgées par leur couleur qui est d'un blanc d'ivoire au lieu d'être d'un blanc pur. La courbe d'épanouissement de la fleur ♂ du *Lychnis*, le 10 Août 1922 (Pl. 4) montre que la fleur reste bien épanouie jusqu'à ce que la température atteigne 18°. Puis elle se fane et commence à se rouvrir alors que la température baisse. Remarquons que l'état hygrométrique a cessé d'être égal à 100 depuis 3 heures alors que la fleur est toujours grande ouverte. Le 14 Août 1922, l'air reste constamment saturé de vapeur d'eau ; la température oscille entre 15 et 16° : la fleur reste fermée (Pl. 5). Par contre la lumière subit des variations qui n'ont aucun effet sur l'ouverture de cette fleur. On peut faire les mêmes constatations pour la fleur ♀. Le 12 Août 1922 elle se fane quand la température dépasse 23° et elle commence à se rouvrir quand le degré thermique est redescendu à 20° après avoir monté jusqu'à 32°. Le 14 Août 1922 elle reste fermée comme la fleur ♂.

Un exemplaire ♂ ou ♀ ne porte toujours que quelques fleurs pendant les premiers jours de la floraison ; ce nombre va ensuite

très rapidement en augmentant pendant un mois et il atteint alors une valeur maximum qui peut être de 50 et plus pour un pied ♂, puis il diminue ensuite à peu près pendant le même temps. Ainsi donc un exemplaire a une courbe de floraison qui, dans une certaine mesure, est spécifique. Mais cette courbe présente d'innombrables crochets qui sont nettement en rapport avec la température de la journée précédant l'épanouissement et avec celle du jour où les fleurs ; s'ouvrent. On peut donc faire sur cette espèce les mêmes constatations au sujet du nombre de fleurs qu'elle porte chaque jour que sur les précédentes espèces que nous avons étudiées.

A côté du *Lychnis dioica* peut se ranger le *Lychnis coronaria* dont les fleurs durent beaucoup plus longtemps : de 5 à 8 jours. Elles sont d'autant plus foncées qu'elles sont plus âgées. C'est également l'abaissement de température qui détermine l'épanouissement des fleurs ; mais leur éclosion se produit à des heures variables dans la soirée ou dans la nuit, car il n'y a point, comme pour le *Lychnis*, de degré thermique précis à partir duquel il se produit. La fleur commence à se faner dès que la température s'élève au-dessus de 20° et il faut qu'elle dépasse 25° pour que la fanaison soit complète. Les fleurs jeunes sont plus sensibles aux variations thermiques que les fleurs âgées ; et d'une façon générale, la température a moins d'action sur les fleurs du *Lychnis coronaria* que sur celles du *Lychnis dioica* parce que les premières durent plus longtemps que les secondes. C'est là une règle très générale que nous avons déjà vérifiée plusieurs fois.

III. — Conclusions

Les observations que nous venons d'exposer nous ont conduits à admettre que c'était l'élévation et l'abaissement quotidien de la température qui provoquaient les mouvements des pièces florales, en particulier des sépales et des pétales. Les courbes montrent que, pour un jour déterminé, choisi à la période la plus active de la floraison, on peut suivre d'après les mouvements des pièces florales des fleurs éphémères tous les changements un peu brusques de température. D'autre part les journées, que nous avons qualifiées d'expérimentales à ce point de vue, nous ont permis de constater que l'état hygrométrique et la lumière ne semblent pas avoir d'action marquée

sur ces mouvements. Durant l'éclipse partielle de soleil du 8 Avril 1921, on observa un abaissement de température de 10° et les fleurs cessèrent d'ouvrir leurs corolles ou même les refermèrent. On comprend, d'après les explications que nous venons de donner, que la lumière n'avait pas d'influence sur ces phénomènes et que c'était uniquement l'abaissement de température qui les provoquait. Quand on s'adresse aux fleurs persistantes, on voit que plus la durée de la fleur se prolonge, moins l'influence de la température se fait sentir et lorsqu'on arrive aux fleurs non météoriques dont la vie est très longue en général, les pièces florales ne subissent plus aucun mouvement.

Si, au lieu de considérer une fleur pendant une journée de printemps ou d'été, on recherche d'une manière plus générale ce que devient la fleur depuis le début de la floraison d'une espèce jusqu'à la fin, on voit que cette fleur s'adapte aux circonstances extérieures, c'est-à-dire qu'elle devient moins sensible en automne qu'en été.

Le nombre de fleurs portées par un exemplaire des différentes espèces est toujours en rapport avec la température des jours précédents qui a influé sur le développement des boutons floraux. D'autre part nous avons pu constater que les fleurs que nous avons étudiées s'ouvraient à des degrés thermiques très variables lorsqu'on passe d'une espèce à une autre. Cette constatation expliquerait que toutes les fleurs ne s'épanouissent pas pendant la même saison de l'année et que certaines d'entre elles sont adaptées pour fleurir en hiver.

En résumé, si les fleurs s'ouvrent chaque jour, ce n'est pas l'effet d'une « mémoire latente de l'espèce », car certaines journées nous ont montré que si la température reste inférieure au degré nécessaire à l'ouverture, la fleur reste fermée. La lumière, dans les conditions naturelles étant toujours liée à la température, il est plus difficile d'isoler son action : cependant l'examen attentif des courbes nous permet de lui retirer toute influence.

Linné avait proposé de se servir des fleurs comme d'une horloge : l'Horloge de Flore. Nous avons vu, en considérant des stations éloignées comme Laval et Fontainebleau, que l'horloge indiquait des heures très différentes au même moment dans les deux stations. Il n'est plus question non plus d'essayer de définir l'état hygrométrique par le degré d'épanouissement des fleurs. Et enfin parce que les

fleurs sont des organismes vivants capables de réagir à toute excitation, puis, quand les mêmes excitations se répètent un certain nombre de fois, de s'y accoutumer, on ne peut pas non plus se servir de l'épanouissement des fleurs pour définir d'une façon absolue un degré thermique.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche 3.

A gauche. — Différents stades de l'ouverture de la fleur de l'*Helianthemum guttatum* : en haut, stade 10; au milieu, stade 15 ; en bas, stade 20.

A droite. — Courbes d'épanouissement de fleurs de *Phænopus muralis* et d'*Helianthemum guttatum*, en fonction de la température *T* (courbe — — — — —), de l'état hygrométrique *E* (courbe .—.—.—.) et de la lumière *L* (courbe......). La courbe en trait plein représente les divers degrés d'épanouissemement de la fleur.

Planches 4 et 5.

Courbes d'épanouissemeut de fleurs de *Lychnis dioica*, *Lampsana communis*, *Anagallis arvensis* et *Phænopus muralis* en fonction de la température, de l'état hygrométrique et de la lumière (mêmes notations).

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE
LA MORPHOLOGIE, DE L'ANATOMIE COMPARÉE, DE LA PHYLOGÉNIE ET DE LA BIOGÉOGRAPHIE
DES
CASUARINACÉES

par M. Jacob de CORDEMOY

(suite)

B. — *Comparaison entre la structure primaire de la tige des* Casuarina *et la structure de la tige des* Equisetum.

Depuis longtemps les observateurs qui ont examiné le mode de ramification des faisceaux dans la tige des *Casuarina* avaient noté «qu'il y a dans cette marche des faisceaux une analogie frappante avec ce qui se passe chez les Equisétacées» (Lecomte). Cependant cette analogie n'est pas complète ; car, tandis qu'il n'y a qu'un seul rang de faisceaux libéro-ligneux dans la tige des *Equisetum*, il en existe deux chez les *Casuarina* : un rang externe de faisceaux foliaires qui alternent avec ceux du rang interne, lesquels sont caulinaires et situés dans le cylindre central.

Mais il est très remarquable de constater que les faisceaux du rang externe et qui appartiennent aux nervures des feuilles adhérentes des Casuarinacées, sont tout à fait comparables, *par leur structure et par leur position*, aux faisceaux formant le rang unique de la tige des Equisétacées : par leur structure, puisque dans tous ces végétaux l'on observe la forme en V du bois des faisceaux ; par leur position, puisque, dans les deux groupes de plantes, ces

faisceaux correspondent à des côtes saillantes : carènes des *Equisetum*, phyllichnies épaissies proéminentes et concrescentes, chez les *Casuarina*. Chez tous ces végétaux également, on note la présence d'une assise endodermique plus ou moins continue s'étendant en dehors du cercle fasciculaire, où le bois est diposé en V.

Tout se passe donc comme si les *Equisetum* étaient des *Casuarina* ne possédant qu'un seul cercle de faisceaux, le cercle des faisceaux foliaires externes, tandis que le rang interne, celui des faisceaux caulinaires, n'existerait plus par suite de la disparition du cylindre central ; dans leur marche longitudinale, ces faiscaux, en les supposant isolés, s'anastomosent et s'unissent les uns aux autres de manière à former par leur assemblage une sorte de cylindre à paroi grillagée. Et, en effet, le mode très simple d'union des faisceaux de la tige des Equisétacées a été résumé par Sachs (1) de la façon suivante : «De chaque dent de la gaine, un faisceau fibro-vasculaire descend dans l'entre-nœud et y chemine verticalement jusqu'au nœud inférieur, parallèlement aux autres faisceaux du même nœud. A sa partie inférieure, chaque faisceau se fend en deux branches courtes et divergentes, par lesquelles il s'unit aux deux faisceaux voisins de l'entre-nœud suivant, au point où ceux-ci pénètrent en descendant de la gaine foliaire dans la tige.» Dans leur ensemble, tous ces faisceaux ne peuvent, de la sorte, former qu'une surface cylindrique à aspect réticulé ; de plus, ils alternent d'un entre-nœud à l'autre, absolument comme cela a lieu pour les faisceaux des *Casuarina*, dont ils sont, en somme, les homologues.

Mais il existe encore, au point de vue de l'anatomie générale, un autre trait de ressemblance important entre la tige primaire des *Casuarina*, et la tige des *Equisetum* : c'est que, comme chez bon nombre d'Equisétacées, la tige des Casuarinacées offre *deux endodermes*, l'un externe, l'autre interne. Nous avons montré que dans les *Casuarina*, l'endoderme externe n'est pas continu, mais formé, en réalité, d'arcs successifs, ceux-ci n'étant pas autre chose que les endodermes particuliers des nervures foliaires, qui se sont déployés en se disposant tangentiellement au-dessous des massifs palissadiques des phyllichnies. Quant à l'assise endodermique interne, elle n'est autre que

(1) Traité de Botanique. trad. fr. 1874. p. 487.

l'endoderme général de la tige, qui normalement limite le cylindre central.

Or, on peut se demander si la présence de ce double endoderme aussi bien dans la tige des Casuarinacées que dans celle de certaines Prêles, résulte d'une similitude anatomique toute fortuite, ou bien si ce n'est pas là un caractère révélant de profondes analogies entre les organes végétatifs aériens de ces deux groupes de plantes ? Etant donné, en effet que le cercle externe des faisceaux foliaires des *Casuarina* ne peut être considéré, à tous points de vue, que comme l'analogue de l'unique cercle fasciculaire de la tige des *Equisetum*, il ne paraît pas douteux que l'on puisse regarder également l'endoderme externe des *Casuarina* comme étant l'analogue de l'endoderme qui s'étend en dehors du cercle des faisceaux chez tous les *Equisetum* ; et l'endoderme interne ou général des *Casuarina* comme étant l'analogue de cet endoderme bien caractérisé qui se rencontre en dedans du cercle des faisceaux chez certaines Prêles (*Equisetum silvaticum*).

Si donc l'on admet ces analogies que la simple constatation des faits impose, en quelque sorte, à l'esprit de l'observateur, on est amené à cette conclusion que *les Prêles sont comme des Casuarinées herbacées chez lesquelles la tige aurait un cylindre central détruit d'une manière plus ou moins complète.*

Dès lors, la conception que l'on peut se faire de l'organisation morphologique et anatomique de la tige des Equisétacées devient très différente de la théorie généralement admise à l'heure actuelle. Cette théorie, exposée par Van Tieghem [**25**], est devenue rapidement classique. En se basant sur les faits très exactement décrits et figurés par Pfitzer, et, étendant ses recherches à un plus grand nombre d'espèces encore, Van Tieghem a été amené à reconnaître trois principaux cas dans la structure de la tige des Prêles : 1° celui où les faisceaux libéro-ligneux sont entourés chacun d'un endoderme particulier (*Equisetum limosum, E. littorale*) ; 2° celui où il existe, de part et d'autre du cercle des faisceaux, un endoderme externe et un endoderme interne (*E. variegatum, E. silvaticum*) ; 3° celui où il y a un seul endoderme situé en dehors du cercle des faisceaux (*E. arvense, E. pratense, E. telmateia, E. palustre...*). D'après cela, il considérait la tige des Prêles comme étant essentiellement *schizostélique*, c'est-à-dire que la jeune tige serait pourvue d'un seul cylindre

central, elle serait monostélique, en un mot, jusqu'au niveau de l'insertion de la première feuille ; mais à partir de ce niveau, il y aurait, dans tout le reste de la tige, une division de la stèle en autant de stèles particulières qu'elle renfermait de faisceaux libéro-ligneux : c'est là la schizostélie. Les stèles particulières qui en résultent sont des méristèles En conséquence, dans le premier des cas énumérés plus haut, ces méristèles étant complètes et distinctes, la Prêle a une tige « schizostélique dialyméristèle » ; dans les deux autres cas, les méristèles se fusionnant latéralement, leurs endodermes particuliers se scindent en deux séries d'arcs : les uns externes, qui, en se déployant tangentiellement, s'unissent bout à bout pour former l'endoderme externe ; les autres internes, qui, en s'unissant de la même façon, constituent l'endoderme interne. Dans les deux cas donc, la Prêle possède une tige « schizostélique gamoméristèle » ; mais, tantôt les deux endodermes sont également caractérisés par leurs cadres subérisés *(E. silvaticum)* ; tantôt, l'endoderme interne étant privé de plissements subérifiés latéraux, seul l'endoderme externe est caractérisé *(E. arvense)*.

C'est là une théorie ingénieuse, mais où intervient constamment l'hypothèse pour expliquer les faits.

Au contraire la connaissance que nous avons acquise, par l'examen de faits précis, bien établis, de l'organisation de la tige des *Casuarina*, nous permet, par simple comparaison et en tenant compte des analogies, de donner une interprétation qui nous paraît plus rationnelle de la structure de la tige des *Equisetum*. Tout d'abord, la tige des Prêles est fistuleuse, ce qui veut dire que le cylindre central est toujours plus ou moins résorbé, détruit. Dans tous les cas, la moelle, les rayons primaires et les faisceaux caulinaires ont totalement disparu ; de leur résorption est résultée la large lacune centrale. Mais, par ailleurs, il y a, à cet égard, des variations. Chez certaines espèces, l'endoderme général qui entoure le cylindre central a subsisté avec ses cadres subérisés caractéristiques, et, en dedans de lui, on trouve une couche parenchymateuse, appartenant sans doute au péricycle, qui borde la lacune centrale. Dans ce cas, qui est celui de *E. silvaticum* et *E. variegatum*, il existe, en outre de cette assise endodermique générale, un endoderme externe en dehors des faisceaux, et cet endoderme, aussi bien que les faisceaux en dehors desquels il s'étend, ont, nous l'avons vu, leurs homologues dans la tige des *Casuarina*. Ce cas

est donc celui où la tige des Prêles est le plus aisément et le plus exactement comparable à celui des Casuarinacées.

Dans toutes les autres espèces d'*Equisetum*, le cylindre central de la tige est complètement résorbé ; l'endoderme général lui-même a disparu ; et la large lacune centrale est bordée par le parenchyme cortical. Mais alors les nombreuses espèces de Prêles qui offrent cette disposition forment deux groupes. Chez les unes (*E. arvense*, *E. pratense*, *E. Telmateia*, etc.), l'endoderme externe, le seul représenté, et les faisceaux libéro-ligneux, sont, comme dans le cas précédent, les homologues de ceux de la tige des *Casuarina*. Chez les autres (*E. limosum*, *E. littorale*), des endodermes particuliers entourent les faisceaux libéro-ligneux qui sont les homologues des faisceaux foliaires des Casuarinacées ; ils ne sont pas déployés tangentiellement pour former un endoderme externe, comme dans ces dernières plantes et dans les autres Equisétacées. C'est évidemment le groupe de Prêles qui s'éloigne le plus des *Casuarina* ; mais cette disposition même que nous y trouvons réalisée, où chaque faisceau est entouré d'un endoderme particulier, vient, semble-t-il, à l'appui de notre manière de voir concernant l'origine et le mode de formation de l'endoderme externe des Casuarinacées.

Les faisceaux libéro-ligneux rangés en un cercle unique dans la tige des *Equisetum* sont donc bien, en définitive, de par leur structure et leur position, les homologues des faisceaux du rang externe, et appartenant, nous le savons, aux organes foliaires des Casuarinacées. Ils doivent, en conséquence, être logiquement considérés aussi, chez les Prêles, comme des faisceaux foliaires. Or, ils correspondent, eux aussi, à des côtes saillantes ou carènes ; dès lors, celles-ci, revêtues d'un épiderme sclérifié et silicifié, pourvues d'un hypoderme et parfois même de tissu vert palissadique, peuvent être regardées comme les homologues des phyllichnies, tandis que les vallécules séparant les carènes seraient les homologues des sillons des *Casuarina*. Cette dernière homologie se justifie encore par le fait bien connu que, dans les tiges aériennes des *Equisetum*, les stomates sont toujours situés dans les vallécules ou sillons, jamais sur les côtes ou cannelures, absolument comme on le constate pour les *Casuarina* du type australien.

Mais puisque, dans la tige des Equisétacées, la partie caulinaire proprement dite est toujours plus ou moins détruite et résorbée, on

peut se demander comment il faut comprendre la constitution de cette prétendue tige. Comme de tout l'axe caulinaire, la région corticale est la seule qui subsiste dans tous les cas, chacun des entre-nœuds de cette tige doit être considéré comme constitué par des feuilles décurrentes concrescentes, sinon avec la tige, tout au moins avec son écorce. Dans l'*E. arvense*, par exemple, où tout le cylindre central a complètement disparu et où l'axe caulinaire est réduit à l'écorce, il n'y a concrescence des feuilles décurrentes qu'avec l'anneau de parenchyme cortical qui borde la lacune centrale. Dans l'*E. silvaticum*, il y a concrescence de ces mêmes feuilles avec un axe caulinaire mieux représenté par son écorce, son endoderme général intact et même une couche de parenchyme péricyclique limitant la lacune centrale.

Il en résulte que la prétendue tige aphylle des Equisétacées est formée, en réalité, en majeure partie ou en totalité, de feuilles décurrentes et concrescentes, et que tout son appareil conducteur se compose de faisceaux foliaires appartenant même parfois à des nervures ou méristèles complètes et caractéristiques (*E. littorale, E. limosum*).

La différence essentielle, entre la tige primaire des *Casuarina* et la tige des Prêles, est donc la destruction plus ou moins étendue, dans celle-ci, du cylindre central et de ses éléments constituants, et surtout, dans tous les cas, de ses faisceaux libéro-ligneux. Quelle est la cause déterminante de cette modification importante? Elle réside sans doute dans le mode de vie des Prêles. Tandis que les *Casuarina* sont des xérophytes, les Prêles sont essentiellement des hygrophytes; elles vivent dans les marécages, les bourbiers, les sables et les prairies humides. C'est donc sous l'influence de l'eau absorbée en excès que se sont produites ces destructions de tissus, fait qui s'observe communément chez les plantes hygrophiles ou plus ou moins adaptées aux milieux marécageux ou aquatiques. A la place de ces tissus détruits et résorbés par l'action de l'eau, se trouvent, comme on sait, des lacunes considérées, d'ailleurs, comme caractéristiques de la structure des *Equisetum* : lacune centrale, qui occupe l'emplacement de la stèle et parfois même, en plus, d'une partie de l'écorce; lacunes vasculaires ou carénales, occupant la pointe interne du pôle ligneux en V des faisceaux, et dues à la destruction des éléments vasculaires qui occupaient cet angle interne;

lacunes valléculaires, formées par résorption du parenchyme cortical en face des sillons. L'eau circulant librement dans tout ce système de lacunes, l'appareil vasculaire et conducteur de la sève ascendente est naturellement très réduit ; et c'est là vraisemblablement ce qui explique que le tissu de transfusion, si remarquablement développé chez les Casuarinacées, ne s'est pas différencié chez les Prêles.

C. — *Variations de la structure primaire de la tige des* Casuarina ; *incertitude des distinctions spécifiques basées sur l'anatomie.*

Les Casuarinacées du type australien offrent, dans leur tige primaire, un plan de structure remarquablement uniforme. Celui-ci, parmi les espèces, ne varie que dans les détails. Ces variations peuvent bien être parfois caractéristiques d'espèces, mais le plus souvent elles paraissent se produire sous l'influence des conditions du milieu, et ne sont plus alors des caractères spécifiques, puisqu'on peut les retrouver les mêmes chez des espèces distinctes au point de vue de la morphologie générale ou florale, mais qui ont été soumises à des conditions semblables de milieu.

Une étude critique de ces variations de structure nous permettra de montrer qu'il n'est guère possible d'utiliser les caractères anatomiques pour différencier les espèces de *Casuarina.* Tout d'abord on ne saurait en aucun cas distinguer ces espèces d'après le nombre des phyllichnies qui, morphologiquement, forment des verticilles aux nœuds de la tige et correspondent aux dents des gaines foliaires. Ce nombre est très variable dans une même espèce, suivant la provenance de l'exemplaire considéré, c'est-à-dire, selon toute probabilité, suivant les conditions hygrométriques du climat où la plante a végété. C'est ce que nous avons constaté pour deux espèces notamment, *C. equisetifolia* et *C. Cunninghamiana,* dont nous avons eu plusieurs spécimens provenant de régions diverses. Pour *C. equisetifolia* : l'exemplaire récolté à la côte ouest de Madagascar offrait 17 phyllichnies ; celui cultivé en Provence en possédait 10 ; tandis que Baker indique que le nombre normal de phyllichnies est de 7 pour cette même espèce, aux îles Seychelles et de Maurice. Pour *C. Cunninghamiana,* nous avons eu des échantillons : de Nouvelle-Calédonie, avec 10 à 12 phyllichnies ; de Madagascar, qui en offraient 7 ou 9 ; d'Australie et de Provence, qui en avaient 8.

Lœw avait cru pouvoir tenter une classification des *Casuarina* d'après la forme des phyllichnies. Et, pour cela, il avait précisé d'abord ce qu'il entendait par la forme de la phyllichnie qui, d'après lui, était une masse pentagonale avec une face adhérente à la tige et les quatre autres libres : deux formant les parois latérales des sillons ; deux enfin, externes, inclinées de part et d'autre d'une carène médiane saillante, et limitées par des angles latéraux constituant les bords des sillons. Mais il est facile de montrer que cette forme ainsi définie présente des variatiations très grandes dans une même

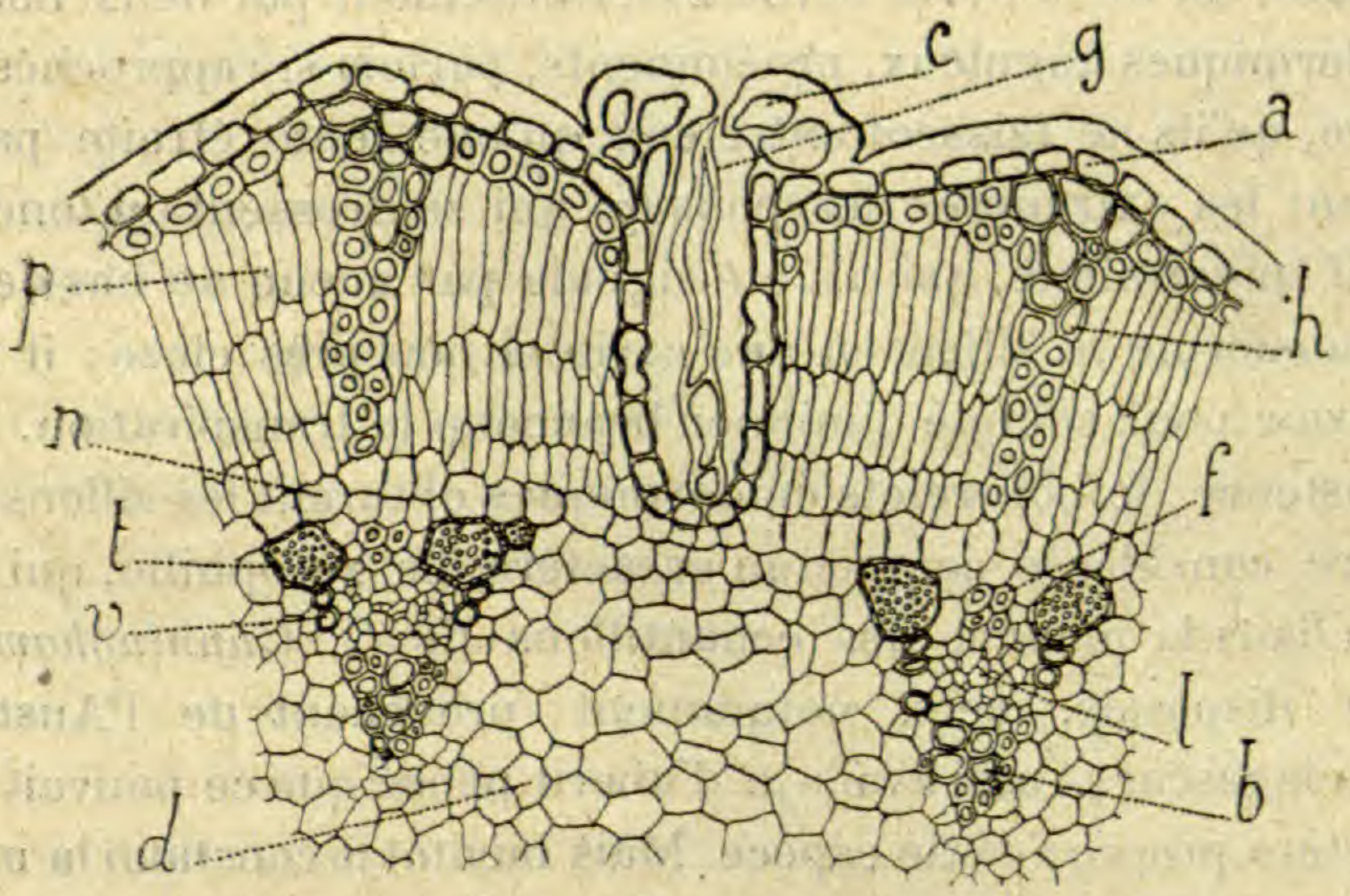


Fig. 6. — Coupe transversale de l'entre-nœud d'un rameau primaire de *Casuarina Cunninghamiana*. *a*, épiderme ; *c*, bourrelet épidermique saillant bordant le sillon ; *g*, poil scléreux dont l'extrémité s'insinue entre les deux bourrelets ; *h*, lame scléreuse médiane de l'hypoderme externe de la phyllichnie ; *n*, arc d'endoderme externe ; *b*, bois et *l*, liber du faisceau foliaire ; *f*, fibres péridesmiques adossées au liber ; *v*, petits vaisseaux latéraux du faisceau, contre lesquels s'appuient les trachéides de transfusion *t* ; *d*, parenchyme cortical ; *p*, tissu palissadique chlorophyllien.

espèce, et des caractères semblables, au contraire, dans des espèces différentes ; de telle sorte que des distinctions spécifiques basées sur la forme des phyllichnies seront toujours hasardeuses. C'est ainsi que Lœw lui-même a été amené à séparer, comme étant deux espèces distinctes, *C. tenuissima* Sieb. et *C. torulosa* Ait., qui, sans aucun doute, sont deux formes appartenant à une seule et même espèce.

Voici, d'ailleurs, quelques faits montrant bien à quelles erreurs

on pourrait être conduit, en s'en tenant aux vues de Lœw. Dans la plupart des Casuarinacées, les phyllichnies ont leurs angles latéraux aigus ou plus ou moins arrondis, de telle sorte que les sillons stomatifères qu'ils bordent communiquent librement avec l'extérieur. Or, chez le *C. Cunninghamiana*, j'ai fréquemment constaté au niveau de ces angles, une disposition particulière (fig. 6) : les cellules épidermiques y prolifèrent, modifient leur forme, prennent une membrane très épaisse, et constituent, au niveau de chacun des angles, un rebord proéminent, une sorte de bourrelet saillant (*c*). Le sillon qui, nous l'avons dit, n'est autre qu'une crypte pilifère et stomatifère, est de la sorte bordé extérieurement par deux bourrelets épidermiques anguleux, proéminents, parfois si rapprochés l'un de l'autre, qu'ils ne laissent entre eux qu'une fente étroite par où s'insinuent les extrémités des poils (*g*) qui se dressent du fond. Ce dispositif épidermique, qui n'a été signalé par aucun de nos devanciers, transforme le sillon en une cavité à peu près close ; il nous paraît avoir pour effet de diminuer beaucoup la transpiration.

L'existence de bourrelets épidermiques obturant les sillons peut donc être considérée comme un caractère de xérophilie, qui s'est retrouvé dans la plupart des échantillons de *C. Cunninghamiana* dont je disposais, ceux notamment provenant de l'Australie et de Madagascar. Aussi avais-je d'abord pensé que ce pouvait être un caractère propre à cette espèce. Mais bientôt je constatai la même disposition dans les exemplaires d'une Casuarinacée cultivée en Provence sous le nom de *C. tenuissima* Sieb. (*C. torulosa* Ait). Cela laissait supposer, ou bien que de tels bourrelets épidermiques s'observent également chez cette dernière espèce, ou bien peut-être que les caractères distinctifs sont à peine appréciables entre le *C. Cunninghamiana* et le *C. tenuissima,* que les botanistes s'accordent du reste à regarder comme deux espèces très voisines. Enfin, il me fallut reconnaître que la présence de ces bourrelets épidermiques bordant les sillons n'avait aucun caractère spécifique. D'une part, en effet, ce dispositif manquait totalement dans un exemplaire de *C. Cunninghamiana* provenant de la Nouvelle-Calédonie, déterminé au Muséum par Guillaumin, et chez lequel les sillons sont limités par des bords anguleux et amincis. D'autre part, on le retrouvait, à un certain degré du moins, dans les échantillons de *C. equisetifolia* de la côte ouest de Madagascar.

On pouvait, en conséquence, conclure de ces observations que le développement de bourrelets épidermiques sur les bords des sillons constituait un caractère de xérophilie que l'on devait s'attendre à voir apparaître chez les Casuarinacées végétant dans les localités relativement sèches. Et ce qui semble bien justifier cette conclusion, c'est que le dispositif fait défaut chez le *C. Cunninghamiana* habitant le climat humide de la Nouvelle-Calédonie.

(à suivre).

REVUE DES TRAVAUX DE BOTANIQUE
TROPICALE ET SUBTROPICALE

(1910-1919)

par **P. CHOUX**

(Suite)

Karité.

Le Karité est évidemment assez peu connu en Europe. C'est néanmoins pour les indigènes de l'Afrique tropicale une ressource des plus précieuses au point de vue alimentaire. Si l'on ajoute que la production annuelle d'amandes de Karité de l'Afrique occidentale française semble comprise entre 200.000 et 300.000 tonnes, on conçoit que le Karité ait particulièrement attiré l'attention de nos agronomes coloniaux.

En 1911, M. Vuillet (1) a publié une monographie du Karité qui complète le travail que M. Perrot avait fait paraître en 1907 dans *Les Végétaux utiles de l'Afrique tropicale française*. L'auteur s'y montre nettement partisan de la culture de cette essence et de l'exploitation des graines pour le beurre qu'elles renferment. C'est en effet ce beurre qui, de tous les produits du Karité, paraît avoir le plus d'avenir ; la matière guttoïde ne sera sans doute jamais qu'un produit accessoire.

Malheureusement, le travail de la préparation du beurre par les indigènes présente de nombreux inconvénients, qui sont d'ailleurs à peu près les mêmes que ceux signalés déjà à propos de l'huile de palme. On pourrait, au contraire, très facilement extraire sur place, à l'aide d'un broyeur et d'une presse, la matière grasse contenue

(1) Vuillet : *Le Karité et ses produits* (Larose, Paris, 1911).

dans l'amande du Karité. Cependant, pour l'exportation, il parait préférable d'utiliser les amandes sèches.

D'autre part, si le beurre de Karité, tel qu'on le trouve sur les marchés du Soudan, possède une odeur spéciale désagréable, le produit épuré en Europe est un beurre de tout premier ordre, pouvant être mélangé au coco comestible.

En fait cependant, en Europe, le beurre de Karité, en 1911, était surtout utilisé pour la fabrication des bougies et aussi dans la savonnerie, bien que la forte proportion de matière insaponifiable, qu'il renferme parfois, le rende peu propre à ce dernier emploi. Le tourteau est de faible valeur alimentaire et ne peut être utilisé que comme engrais.

En 1915, MM. Hébert et Heim (1) ont montré que le beurre de Karité peut aisément être presque complètement hydrogéné et acquérir ainsi des propriétés précieuses au point de vue de sa plus value marchande.

Ce produit hydrogéné soumis à la saponification calcaire et à la saponification sulfurique donne un bon rendement en acides gras solides à point de fusion très élevé, mais ces acides sont peut-être un peu cassants, en sorte qu'ils devraient sans doute être mélangés à des paraffines ou à des substances analogues, pour fabriquer des bougies de qualité supérieure. Les savons de soude, obtenus avec cette même graisse hydrogénée, sont extrêmement aqueux et deviennent très cassants ; ils ne paraissent pas pouvoir être employés sans modifications ni additions (2).

D'autre part, M. Vuillet (3) signale qu'avant la guerre le beurre de Karité était de plus en plus employé, en mélange avec d'autres graisses végétales comme succédané du beurre ordinaire, de la margarine des beurres de coco et pour la fabrication des chocolats bon marché, c'est-à-dire comme beurre à chocolat.

(1) Hébert et Heim : *Essais d'hydrogénation catalytique de matières grasses des colonies françaises en vue du relèvement de leur point de fusion* (Bull. de l'Office col., mai 1915, n° 89, p. 238).

(2) Hébert et Heim : *Essais d'hydrogénation catalytique de matières grasses des colonies françaises. Etude technologique du produit d'hydrogénation du beurre de Karité. Intérêt pour la stéarinerie et la savonnerie* (id, n° 96, déc. 1915, p. 575).

(3) Vuillet : *Les oléagineux sauvages de l'Ouest africain, Karité* (Congrès d'agric. col de 1918, p. 178).

Dans ce même rapport, M. Vuillet, envisageant l'énorme production du Karité en Afrique occidentale française et la faiblesse des exportations, montre que cette différence tient à ce que les peuplements producteurs sont partout éloignés du littoral et, par conséquent, privés de moyens de transport.

C'est 100.000 tonnes d'amandes que chaque année nos possessions d'Afrique pourraient expédier en France, dit M. François de Roux (1), si certaines conditions étaient réalisées.

La question du Karité est une question de moyens de transport, dit encore M. Houard dans une étude importante sur *L'Exploitation du Karité en Afrique occidentale française* (2). De plus, d'après cet auteur, il faut exporter les amandes sèches dans les peuplements dont l'évacuation est actuellement aisée et au contraire préparer industriellement le beurre dans les peuplements lointains et isolés, qui pendant longtemps seront dans l'impossibilité d'exporter des amandes. De toute façon, cependant, on doit renoncer à l'exportation du beurre préparé par la méthode indigène. M. Houard indique également les peuplements principaux de Karité dans les diverses colonies de l'Afrique occidentale et étudie dans chaque cercle administratif les moyens d'évacuation et leur revient, la main-d'œuvre, la valeur du produit sur place et les mesures de protection nécessaires, notamment la lutte contre les feux de brousse, qui constituent le plus gros ennemi du Karité.

Le Karité en a cependant encore d'autres, notamment des insectes nombreux qui l'attaquent et lui causent des dommages importants (3). Ce sont le grand Papillon du Karité ou *Cirina Butyrospermi* A. Vuillet, la Pyrale du Karité, le Criquet du Karité, et les Vers des noix de Karité.

Voir encore sur le Karité :

— Noury : *Le Karité au Dahomey* (L'Agric. prat. des pays chauds, août 1911, p. 159).

— *Shea nuts and shea butter* (Bull. of the Imp. Institute, Vol. X, n° 2, July 1912, p. 281).

(1) François de Roux : *Rapport général de la section des oléagineux* (Congrès d'agric. col. de 1918, p. 69).

(2) Houard : *L'Exploitation du Karité en Afrique occidentale française* (Mat. prem. africaines, Larose, 1918, p. 401).

(3) André et Jean Vuillet : *Notes sur les insectes nuisibles au Karité* (L'Agric. prat. des pays chauds, n° 117, déc. 1912, p. 436).

Illipés et Mowras

C'est surtout comme beurres à chocolat que les Illipés et les Mowras et plus particulièrement les Illipés de Malaisie ont attiré l'attention, quelques années avant la guerre.

Exactement, les Illipés et les Mowras sont des Sapotacées de l'Inde, appartenant au genre *Bassia* (1). Le *Bassia latifolia*, surtout répandu dans le centre, y est désigné sous le nom de *Mowra*, alors que dans l'Hindoustan, on lui applique le terme d'*Illipé*. Mais comme les mêmes dénominations sont appliquées au *Bassia longifolia* et que dans le sud de l'Inde l'espèce la plus commune est précisément ce *Bassia longifolia*, il s'ensuit que les *Illipés* sont surtout les graines de cette dernière espèce et les *Mowras* surtout celles du *Bassia latifolia*.

On trouve encore dans l'Inde le *Bassia butyracea*, qui fournit une huile un peu différente, plus abondante, mais qui n'est pas exportée, parce qu'elle est utilisée localement comme graisse alimentaire.

Ce sont donc uniquement les graines de *Bassia longifolia* et de *Bassia latifolia* qui sont importées en Europe et utilisées surtout en France et en Allemagne.

L'*Imperial Institute* laissait cependant entendre que le terme d'Illipé était sans doute appliqué dans le commerce à des graines dérivées d'autres genres que les *Bassia*.

De fait, dans une lettre de Buitenzorg en date du 17 juillet 1913, M. Cramer, répondant à une demande de renseignements sur les arbres produisant dans les Indes Néerlandaises des graines utilisées pour la préparation d'un succédané du beurre de cacao, pensait que les prétendus Illipés n'étaient pas de véritables Illipés (graines de *Bassia* sp.), mais des graines de *Tengkawang*. Ce produit provient d'arbres de la famille des Diptérocarpées, spécialement des *Shorea* et d'un *Isoptera* (*Isoptera borneense*), qui se trouvent à Sumatra et surtout à Bornéo. La récolte provient d'arbres sauvages et la graisse de *Tengkawang* est la graisse alimentaire préférée des indigènes (2).

(1) *Bassia Kernels and Fats* (Bull. of the Imp. Inst., Vol IX, n° 3, 1911, p. 227).

(2) *Les succédanés du beurre de cacao* (Lettre de M. Cramer à M. le Secrétaire général de l'Institut Colonial de Marseille, publiée dans l'*Expansion coloniale*, n° 70, sept. 1913).

L'Imperial Institute (1) en 1915 n'a fait que confirmer et préciser ces déterminations. Les *Shorea*, dont l'espèce la plus importante est le *Shorea stenoptera*, ainsi que l'*Isoptera borneense* arrivent en Europe sous les noms de *Pontianak* ou de *Sarawak*, suivant le lieu d'origine. Les meilleures paraissent être les graines noires ; les brunes sont moins riches en huiles.

De plus — ce que n'avait pas mentionné M. Cramer — on désigne encore sous le nom d'*Illipés* des graines plus petites, provenant de diverses espèces de *Palaquium* (Sapotacées) et appelées commercialement *Siak* de Sumatra.

Ces notions sont d'autant plus importantes que les Illipés utilisés dans l'industrie des beurres à chocolat sont surtout les Pontianaks et les Siaks. Nous savons de source certaine que les deux maisons marseillaises, qui se sont spécialisées dans cette industrie, utilisent rarement les *Bassia* de l'Inde.

Nous laisserons de côté les discussions qu'a soulevées, peu de temps avant la guerre, cette industrie des beurres à chocolat, alors à ses débuts. Nous dirons, par contre, que, d'après l'un des promoteurs de cette industrie des Illipés à Marseille, M. Radisson, ces beurres d'Illipés ont sur le beurre de cacao l'avantage d'avoir un point de fusion plus élevé (37°-39°, au lieu de 31°-32°). Au point de vue pratique, cette différence se traduit par un travail plus facile du produit et une casse et une dureté que le beurre de cacao ne peut donner (2).

(1) *Illipe Nuts and the Sources of Borneo Tallow* (Bull. of the Imp. Inst., Vol. XIII, n° 3, july-sept. 1915, p. 335).

(2) *Le beurre de cacao et la loi sur les fraudes* (L'Expansion coloniale, 1er Mars 1914, p. 76).

(A suivre)

REVUE DES TRAVAUX
DE
PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE
PUBLIÉS DANS LE COURS DES ANNÉES 1910-1919
I^re PARTIE : PALÉOZOÏQUE

par M. A. CARPENTIER

(suite et fin)

Miss Elkins et M. Wieland ont également remarqué des anneaux de croissance, d'épaisseur variable, dans une tige du Dévonien supérieur d'Indiana, le *Callixylon Oweni*, dont il a été question dans le chapître consacré aux Cordaitales.

Les causes de ces changements de climat ont été discutées maintes fois. Il sortirait du cadre de ce travail de développer ce sujet. Le lecteur trouvera l'exposé de la question, sa discussion, la bibliographie dans diverses notes ou mémoires que nous signalons (1).

— *Formation de la houille.*

Comme nous l'avons vu la flore de la houille est en grande partie marécageuse et l'on ne peut établir de différence à ce point de vue

(1) P. Lemoine : Les glaciers de l'époque primaire (*Revue scientifique*, 27 juin 1908) — D. White : Permo-carboniferous climatic changes in South America (*Journ. of Geology* XV, pp. 615-633, 1907) — J. W. Gregory : Climatic variations, their extent and their causes (*The Smithsonian report* for 1908, pp. 339-354, 1909) — Paul Bertrand : Les phénomènes glaciaires de l'époque permo-carbonifère (*Ann. Soc. géol. du Nord,* XXXVIII, pp. 92-125, 1909) — E. Carthaus *op. cit.*, Die Klimatischen Verhältnisse... 1910 — E. Haug : Traité de géologie, II, 1911, pp. 822-829 — Schuchert : Climatic of geologic time (*Smiths. Report* for 1914, pp. 277-311) — A. C. Seward : Antarctic fossil plants (pp. 25-29, 39-42, *British Museum*, 1914).

entre la flore des bassins paraliques, qui sont sur l'emplacement de terres basses s'étendant à proximité de la mer et la flore des bassins limniques, situés dans une zone intérieure, originairement plus limités.

Deux théories sont opposées au sujet de la formation de la houille : la théorie de l'allochtonie et celle de l'autochtonie. « Pour les partisans de l'allochtonie, les débris végétaux ont été entraînés dans des bassins de dépôt où ils ont pu s'accumuler sous des épaisseurs formidables et très rapidement. Pour les partisans de l'autochtonie, l'amas végétal qui a donné naissance à la houille s'est formé sur place, dans des conditions analogues à celles qui sont réalisées dans les tourbières de nos contrées ou mieux dans les tourbières boisées de la Virginie (Great Dismal swamp). » Ces définitions sont empruntées aux conférences de paléobotanique de M. P. Bertrand (1).

Dans sa dernière revue, R. Zeiller soulignait une tendance favorable à la formation autochtone ; cette tendance s'est accusée ces dernières années.

Grand'Eury conclut en ces termes ses recherches géobotaniques, ses études sur les sols fossiles : « Les couches de houille ont pris naissance dans l'intérieur de grands marais boisés et leur formation est, dans le sens élargi du mot, *autochtone*, comme s'étant produite dans le milieu où ont poussé et vécu les végétaux, qui par leurs dépouilles les ont engendrées ». « Le tourbage seul a pu produire dans des eaux tranquilles où elle s'est conservée, la matière fondamentale des charbons fossiles... Les débris des plantes après tourbage ont longtemps macéré et flotté à la surface des eaux avant d'en gagner le fond et de s'y stratifier à plus ou moins grande distance du lieu d'origine ». Ces conclusions de Grand'Eury sont d'autant plus à souligner qu'elles sont basées sur l'étude approfondie des sols de végétation des bassins du Centre, où les partisans de l'allochtonie avaient puisé des arguments.

Grand'Eury (3) a découvert des restes d'anciens sols fossiles

(1) P. Bertrand *op. cit.* Conférences de paléobotanique, p. 65, Martin, St-Etienne, 1918.

(2) Grand'Eury : Recherches géobotaniques, p. 168.

(3) Grand'Eury : *ibid.*, p. 130.

dans la houille même. Il n'en reste que de faibles racines encore en place.

Or dans les bassins paraliques les coal-balls des veines de houille, qui ont fourni des plantes à structure conservée, montrent des racines traçant les sols de végétation et les lits de végétaux accumulés ; dans ces concrétions les racines se présentent comme dans des concrétions analogues du Braunkohle rhénan (1).

« La houille résulte donc, avant tout, de l'accumulation sur place de restes d'une flore marécageuse et subaérienne. » C'est l'une des conclusions de M. Renier dans le chapitre IX de son travail sur les *gisements houillers de la Belgique*. Pour M. J. Cornet l'autochtonie est le cas général (2).

M. Stevenson qui, de 1911 à 1913, a fait paraître une étude critique sur la formation des veines de houille, conclut à la ressemblance très remarquable de ces veines, dans leurs traits essentiels, avec les dépôts de tourbières et le plus souvent avec ceux des tourbières boisées.

En analysant et comparant les dépôts de tourbes des lacs et marais des Etats-Unis, de la Floride en particulier, M. Davis (3) et M. Forsaith (4) considèrent la majorité de ces dépôts comme *allochtones* ; ils se forment, d'après M. Forsaith, par une sédimentation de longue durée dans des lacs ouverts où le vent et les courants d'eau amènent des débris végétaux qui s'ajoutent aux organismes minuscules des lacs ; ils ne proviennent pas généralement de végétaux qui se sont succédés et dont les débris se sont accumulés sur place. Il nous a paru nécessaire de définir exactement le sens du mot *allochtonie* pour M. Forsaith, d'autant que cet auteur, après une analyse comparée des houilles et des tourbes au microscope, conclut à la ressemblance de leurs structures et à la similitude de

(1) Cf. W. Gothan • O. Hörich : Uber Analoga der Torfdolomite (coal-balls) des Carbons in der rheinischen Braunkohle (*Jahrb. kön. preuss. geol. Landes*, XXXI, Th. I, Hft 1, S. 38-44 ; Th. II, 1910).

(2) J. Cornet : La formation des charbons, 1913, p. 47.

(3) A. Davis : The uses of peat for fuel and other purposes (*Dept. Interior, Bur. Mines Bull.* n° 16, pp. 7-74, 1911) — The origin of coal (*Ibid.*) 1913, n° 16, pp. 165-186).

(4) C. Forsaith : A report on some allochthonous peat deposits of Florida. Part. I, Topographical; part. II, Morphological (*The Botanical Gazette*, LXII, n° 1, pp. 32-52 et LXIII, n° 3; 1916 et 1917).

leurs modes de dépôt. Certains cannel-coals (la tasmanite), comme il résulte des études de M. Jeffrey (1) et d'autres observateurs, sont presque complètement formés de spores, de même les tourbes dites allochtones. Mais le lecteur peut se rendre compte que ce terme est pris ici d'une façon moins absolue que dans la définition énoncée au début de ce paragraphe sur la formation de la houille. Cette allochtonie peut évidemment rentrer dans l'autochtonie comprise dans un sens large par Grand'Eury, du moins c'est notre opinion.

— *Arbres debout.* — Dans le bassin houiller du Pas-de-Calais, l'étude de la répartition des arbres debout à Lens et à Liévin à été faite par M. Barrois (2) et ses élèves. Il en résulte que 19 veines ou passées (veinules) de la concession de Lens et 7 veines de Liévin ont fourni des troncs debout. « De plus tous les toits de veines où des arbres debout ont été signalés sont, à l'inverse de l'hypothèse du charriage, ceux dont le dépôt s'est effectué en eaux boueuses peu profondes, avec plantes étalées *in situ*.... Les arbres debout ont donc végété, dans le bassin du Nord, le pied dans l'eau, dans des lagunes sans profondeur, où ils ont été progressivement enlisés au cours de leur croissance par des troubles *rapidement accumulés*, où les feuilles et les frondes qui tombaient, se trouvaient très vite à l'abri de l'action oxydante de l'atmosphère et se fossilisaient. »

Conclusion à rapprocher de celle que Grand'Eury (3) a tirée de son étude des arbres debout (*Lepidophytes*) du *culm* de Mouzeil, du *Westphalien* d'Aniche (Nord), de Liévin, Lens et Bruay (Pas-de-Calais) : « Tous paraissent avoir poussé dans le sol et l'eau.... »

Dans certains cas où les tiges debout sont remplies d'une autre roche que le toit encaissant, il paraît vraisemblable à N. Arber d'admettre que des tiges creuses réduites à leur écorce (tels les troncs du *Betula papyracea* observés par Kindle (4) dans les forêts du Manitoba) ont été remplies avant d'être entraînées par des cou-

(1) E. C. Jeffrey : The mode of origin of coal (*Journ. Geol.* XXIII, pp. 218-230, 1915.

(2) Ch. Barrois : Note sur la répartition des arbres debout dans le terrain houiller de Lens et de Liévin. *Ann. Soc. Geol. du Nord,* XL, p. 187-196, 1911.

(3) Grand'Eury : Recherches géobotaniques sur les forêts et sol fossiles et sur la végétation et la flore houillères, 1re partie, 2e livr., p. 44-47, 1912.

(4) E. M. Kindle : Note on a process of fossilation in the palæozoic Lycopods (*Geolog. Magazine*, N. S. Dec. V, vol. X, pp. 337-340, pl. xi, 1913).

rants. C'est l'opinion qu'admet comme probable N. Arber pour les troncs debout de South Joggins (Nouvelle-Écosse), tandis que Lyell et d'autres considèrent ces troncs comme *in situ*.

N. Arber (1), qui critique les arguments pour ou contre l'allochtonie et l'autochtonie, admet que la formation sur place ou la formation par charriage ont pu se réaliser, suivant les circonstances. A son avis la houille s'est formée rapidement et il n'adopte pas l'hypothèse de transformations lentes et successives de dépôts tourbeux en charbons.

Certains faits, comme la présence de lits marins dans les bassins paraliques ou la présence de galets parfois de forte taille dans les veines de houille ne prouvent pas contre l'autochtonie de la houille.

Dans le bassin houiller du Nord les recherches de M. Ch. Barrois (2) ont démontré que les lits marins marquent des épisodes, des invasions de la mer à dates fixes ; quant aux galets ils ont dû être remorqués par des radeaux végétaux (3) et ont coulé dans le marais houiller. L'analyse approfondie des roches de toit amène à y reconnaître jusqu'à sept catégories distinctes, « sept types de dépôts de moins en moins littoraux, formés dans des bassins de plus en plus profonds ou dans des régions de moins en moins littorales du même bassin » (4). Le toit correspond à un affaissement du marais houiller, permettant des inondations par les eaux terrestres et parfois l'invasion des eaux de la mer. Ces approfondissements ont marqué un arrêt dans la formation du charbon.

— *Genèse de quelques sapropélites.*

Les sapropèles actuels, que Potonié nous a fait connaître, se constituent dans les lacs ou étangs où pullulent les « fleurs d'eau »,

(1) N. Arber : The natural history of coal, 156 pages, 21 figs. (*Cambridge Manuals of Science and Literature*, 1912).

(2) Ch. Barrois : Etude des strates marines du terrain houiller du Nord (*Etudes des Gîtes minéraux de la France*, 118 pages, 1912).

(3) Ch. Barrois : Etude des galets trouvés dans le charbon d'Aniche (*Ann. Soc. Geol. du Nord*, XXXVI, pp. 248-330, 1907) — Voir aussi : X. Stainier : Note sur les cailloux roulés des couches de charbon de Belgique (*Bull. Soc. belge Géol. Paléont. Hydrol.*, XXIX, pp. 77-89 ; *ibid.*, p. 104, 1919).

(4) Cf. P. Pruvost : La Faune continentale du terrain houiller du Nord, p. XXV, 1919 — Ch. Barrois in *Ann. Soc. géol. du Nord*, XL, pp. 191-192, 1911.

en particulier les *Anabæna* (Cyanophycées), algues flottantes qu font partie du plankton. Les algues et les animaux planktoniques par leur décomposition, les grains de pollen apportés par le vent, constituent ces sapropèles. Les saprocolles de Potonié sont des sapropèles plus consistants, contenant en grande quantité des frustules de *Diatomées*. Les dépôts sapropéliens anciens durcis sont les sapropélites. On en trouvera l'analyse dans les travaux de M. Cornet (1920), de Potonié (1920). Il peut y avoir des sapropélites d'eaux douces et d'autres d'origine marine ou saumâtre.

Le *sapromyxite*, charbon permien de Sibérie, dont il a été question au chapitre traitant des algues, s'est formé, dans l'hypothèse de M. Zalessky, par l'accumulation d'algues fucoïdes dans un golfe de mer.

M. Zalessky (1) a fait connaître la structure intime et la genèse de plusieurs sapropélites et les a comparés aux sapropèles qui se forment actuellement dans les lacs de Russie, qu'il a explorés en 1916. Dans les lacs Biéloë et Kolomenskoë du gouvernement de Tver, dans les autres lacs du Valdaï et du Nord-Ouest de la Russie, ce sont des algues cyanophycées (*Microcystis*, *Aphasiothece*, *Aphanocapsa*) ou « fleurs d'eau » qui contribuent pour une grande part à former le sapropèle, dont l'épaisseur peut atteindre 9 mètres au lac Biéloë. C'est une algue verte, *Botryococcus Braunii*, associée par places à une cyanophycée, *Gomphosphæria aponina*, qui constitue la masse principale du sapropèle du golfe Ala-koul, dans le lac Balkhach.

Le *kuckersite* de M. Zalessky est un *saprocolle*, c'est-à-dire un *sapropèle* desséché et densifié d'un âge très ancien : on le trouve en couches schistoïdes, de couleur brun rougeâtre, alternant avec les calcaires marins de l'étage de Kuckers (*Silurien inférieur*) de Pétrograd et d'Esthonie. Le *kuckersite* examiné au microscope se montre essentiellement constitué par les thalles d'une algue, voisine des *Cyanophycées* actuelles des genres *Glaeocapsa*, *Glaeothece*, et que l'auteur appelle *Glaeocapsomorpha prisca*. Cette algue, associée à d'autres cyanophycées, a été conservée sans mélange de cette gelée humique, qui joue un si grand rôle dans la génèse des bogheads.

(1) M. D. Zalessky : Sur quelques sapropélites fossiles. (*Bull. Soc. Geol de France*, 4e sér., pp. 373-379, 1917).

Ces derniers sont denses, brunâtres, tandis que le *kuckersite* est peu dense et jaune rougeâtre. M. Zalessky a aussi étudié des coupes microscopiques du boghead carbonifère du bassin de Moscou (Pobédenka, gouvernement de Riazan). Le boghead normal comprend surtout des algues (*Cladiscothallus Kœppeni* R. *Pila Karpinskyi* R) liées en une masse dense, noire, par des substances humiques; mais en certains points le boghead, par suite de l'action des eaux, a perdu ses matières humiques, se trouve constitué uniquement par des thalles et ressemble au kuckersite.

« L'intérêt de cette découverte, écrit M. Zalessky, consiste en ce que ce boghead modifié offre un excellent matériel pour démontrer la nature des éléments organisés du boghead. » On sait que M. Jeffrey interprète les *Pila* des bogheads non comme des algues, mais comme des spores à membrane réticulée. M. Zalessky, après s'être un instant rallié à cette opinion, admet actuellement la nature algaire des *Pila* et des *Reinschia* des bogheads (1).

Dans les schistes bitumineux (oil-shales) d'Écosse, la matière organique provient, selon les vues de M. Robertson (2), de la décomposition de matières végétales (originairement des algues, des spores, ou simplement des matières organiques macérées semblables à celles du Cannel-coal).

Toutes les transitions sont d'ailleurs possibles entre les divers sapropélites. C'est ainsi que des galets de canel-coal de Bruay (Pas-de-Calais), étudiés par M. P. Bertrand ne lui ont montré que des spores dans une substance fondamentale opaque, présumée d'origine algaire (3). Ce charbon serait intermédiaire entre les charbons de spores et les charbons d'algues. De même des coupes exécutées dans un schiste bitumineux des environs d'Autun (4) n'ont

(1) E. C. Jeffrey : The nature of some supposed algal coals (*Proc. Amer. Ac. Arts. Sc.* XLVI, N° 12, 1910) — Zalessky : On the nature of *Pila* of the yellow bodies of Boghead... (Lettre scientifique N° 4, St-Pétersbourg, February 1914) — Flore gondwanienne de la Pétchora (*Bull. Soc. Oural d'amis des Sc. nat.*, XXXIII, pp. 26-28, 1913).

(2) J. B. Robertson : A chemical examination of the organic matter in oil shales (*Proc. Roy. Soc. Edinburg*, XXXIV, pt. 2, 1914).

(3) P. Bertrand : Remarques sur le cannel-coal des galets de Bruay (*Ann. Soc. géol. du Nord*, XXXVII, p. 13, 1908.

(4) C. E. Bertrand : Un échantillon de schiste bitumineux trouvé aux Thelots (*Bull. Soc. Hist. nat. Autun*, XXIV, pp. 143-148, 1912).

offert que quelques spores, quelques rares lambeaux de tissus végétaux, à l'exclusion d'algues trop décomposées pour être visibles

Les études microscopiques des divers sapropélites, des charbons bitumineux et des autres charbons ont fait des progrès durant la dernière décade. On en trouvera le résumé dans « la Formation de la houille » de Potonié (1) et la bibliographie dans des notes récentes de Miss Stopes et de M. Wheeler (2). Les coupes sont mises à macérer et examinées au microscope ou soumises à l'examen sans traitement préalable. Le charbon bitumineux zoné se montre formé suivant Miss Stopes (3) de quatre constituants qui se distinguent par leur action sur les plaques sensibles, par la façon dont ils se comportent vis-à-vis des réactifs, par la quantité et les caractères de leurs débris après traitement, par l'aspect microscopique de ces débris. L'un de ces constituants, le *clairain*, dont il est facile d'obtenir de bonnes sections, est le plus intéressant pour le paléobotaniste : on y peut reconnaître des cuticules, des exines de spores, des tissus de tiges et de feuilles ; les divers éléments du clairain ont tendance à se placer parallèlement à la veine d'où provient le charbon analysé.

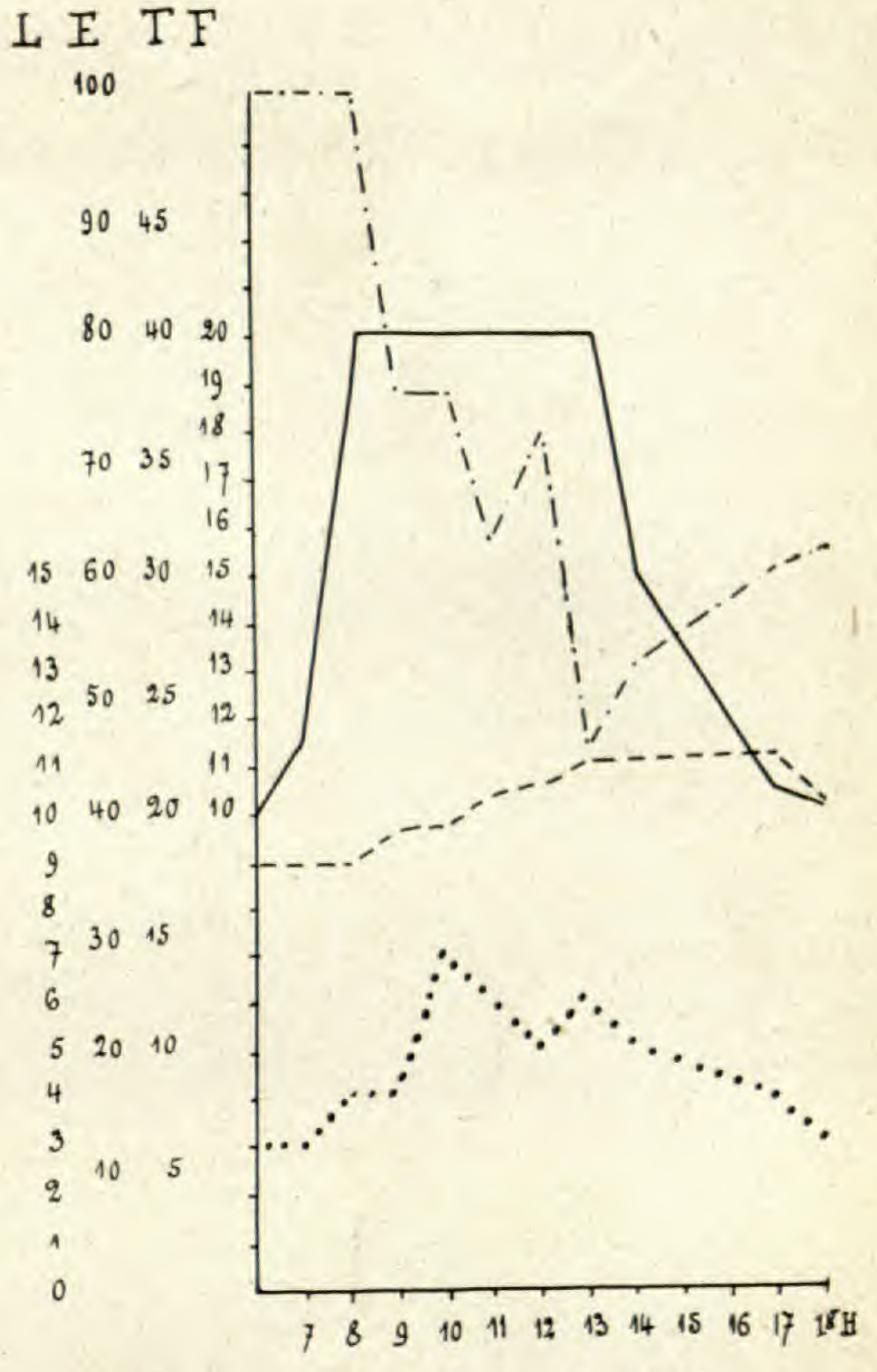
— On peut espérer que ces méthodes (analyse microscopique des charbons, études écologiques) vont se perfectionner et se développer et qu'elles contribueront à résoudre le problème complexe de l'origine des charbons.

(1) H. Potonié : Die Entstehung der Steinkohle, 1920, pp. 66-68.

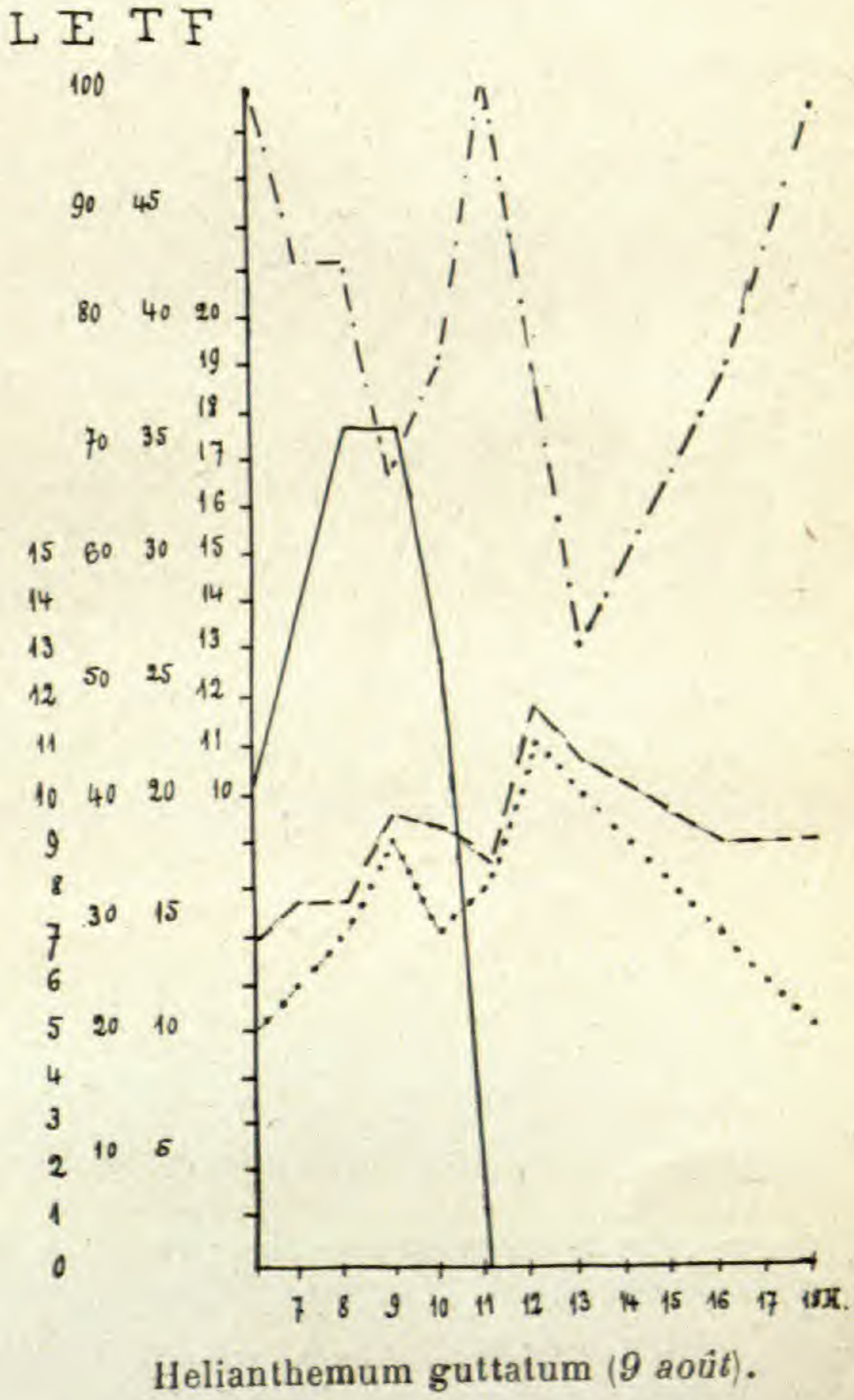
(2) M. C. Stopes and R. V. Wheeler, *op. cit.*, Monography... (Publ. by H. M. S. Stationery office for *Dep*t *Sc. Industr. Research*, pp. 58, 1918).

(3) M. C. Stopes : On the four visible ingredients in banded bituminous coal (*Proc. Roy. Soc*. B. XC, pp. 470-487, 1919).

Nemours — Imp. André Lesot. *Le Gerant :* Emile Michaudon.



Phænopus muralis *(7 août)*

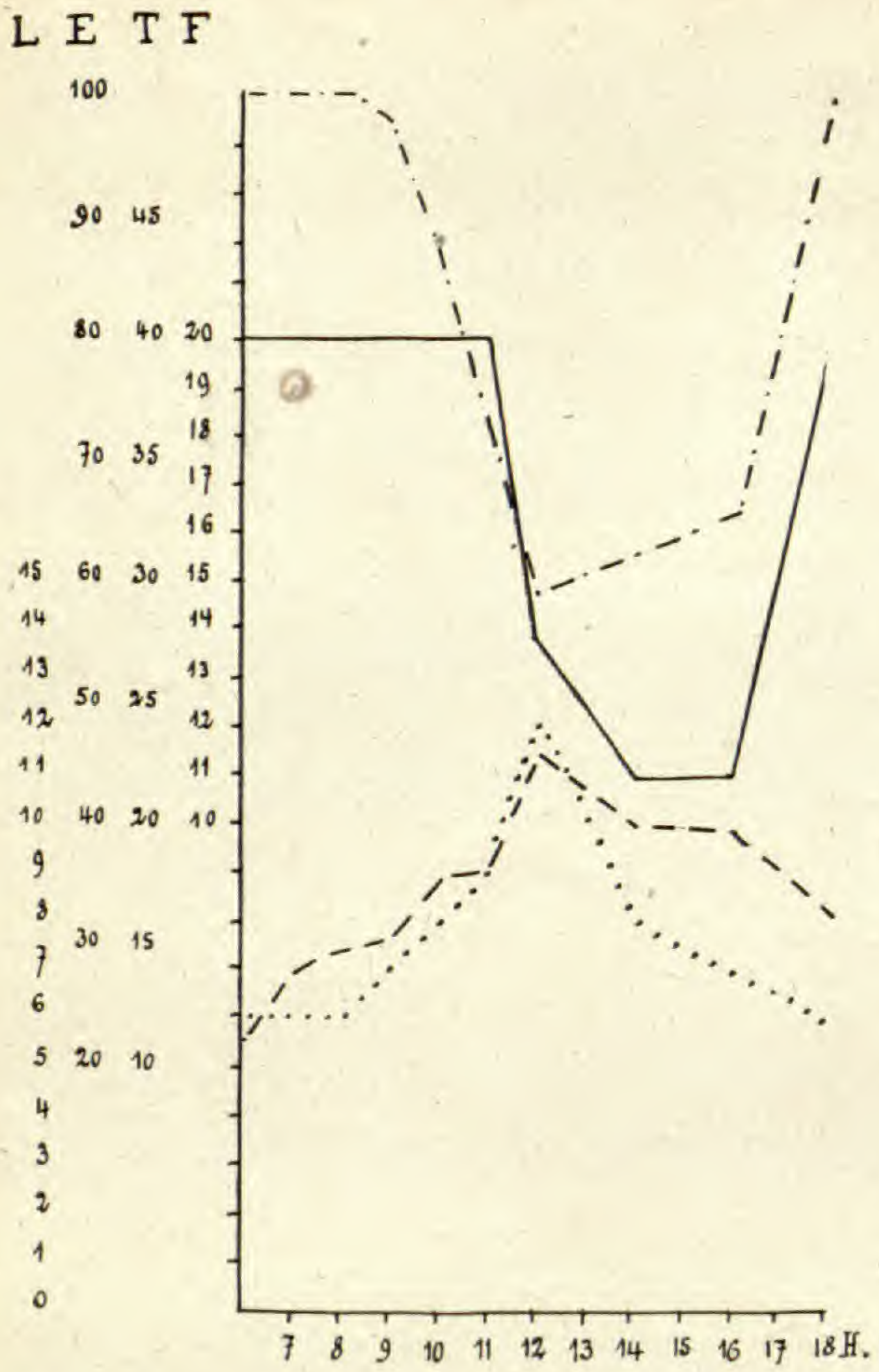


Helianthemum guttatum (*9 août*).

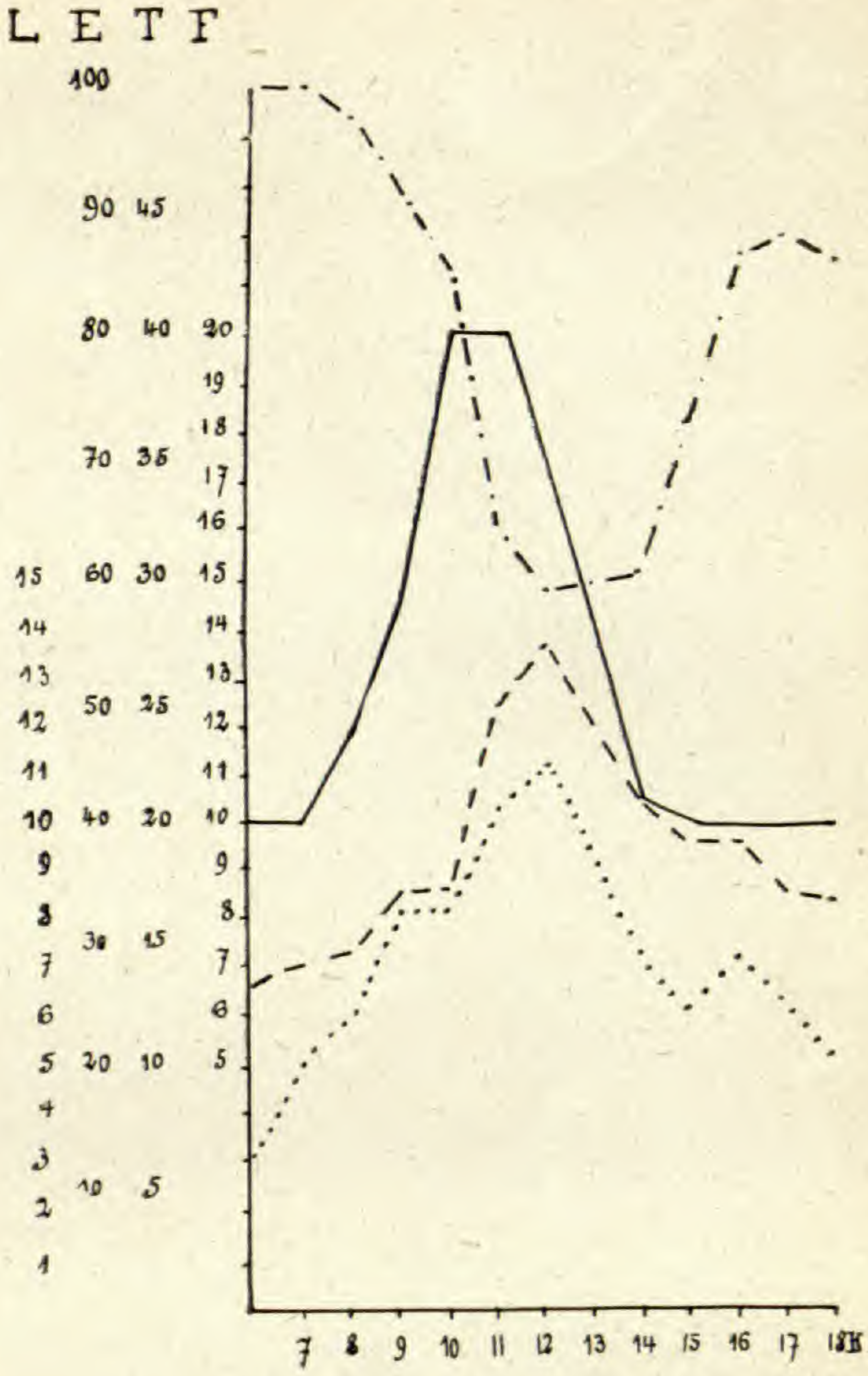
*Différents stades de l'ouverture de la fleur de l'*Helianthemum guttatum.

Courbes d'épanouissement de différentes fleurs en fonction de la température, de l'état hygrométrique et de la lumière.

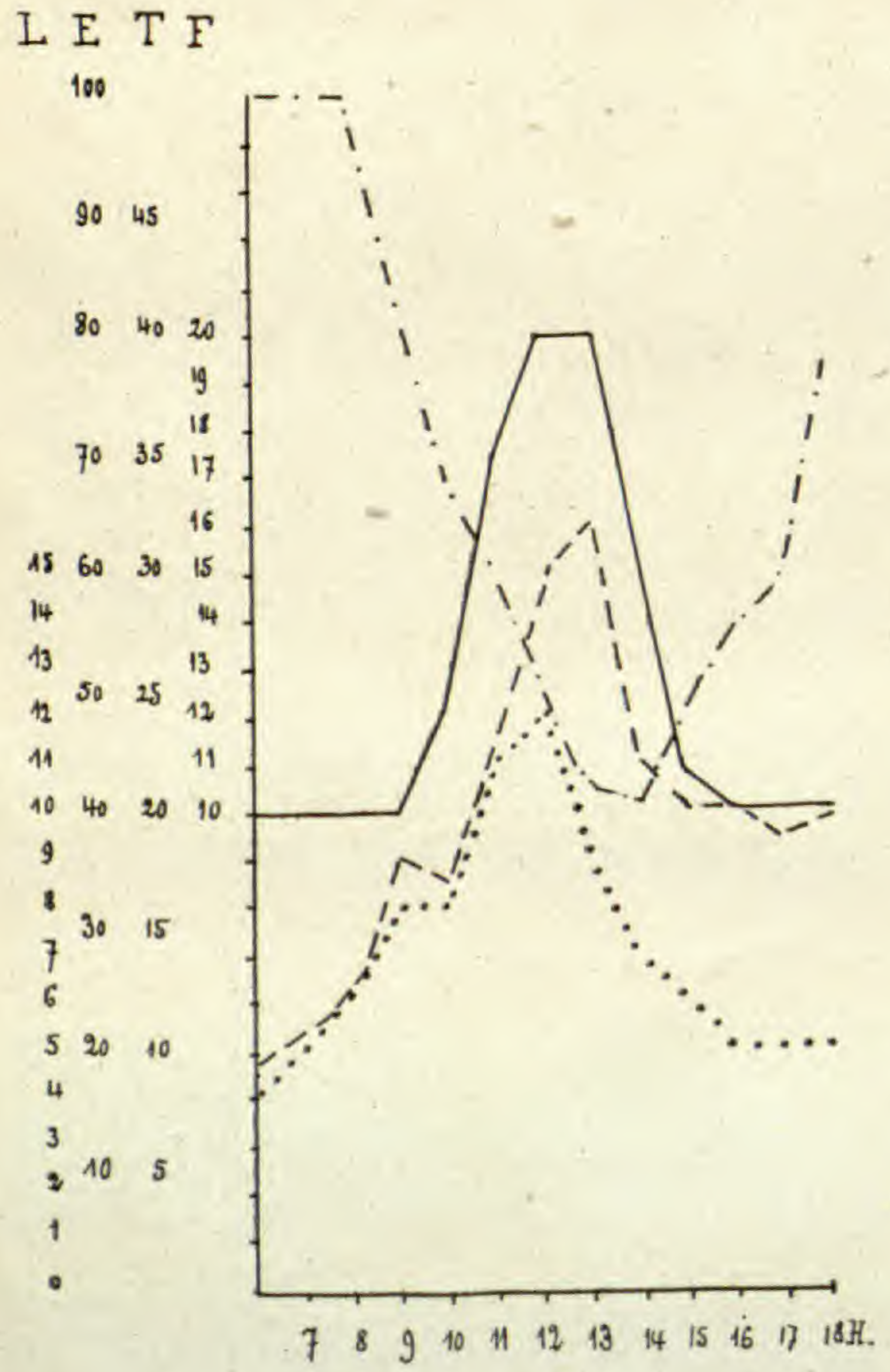
BRUN SC.



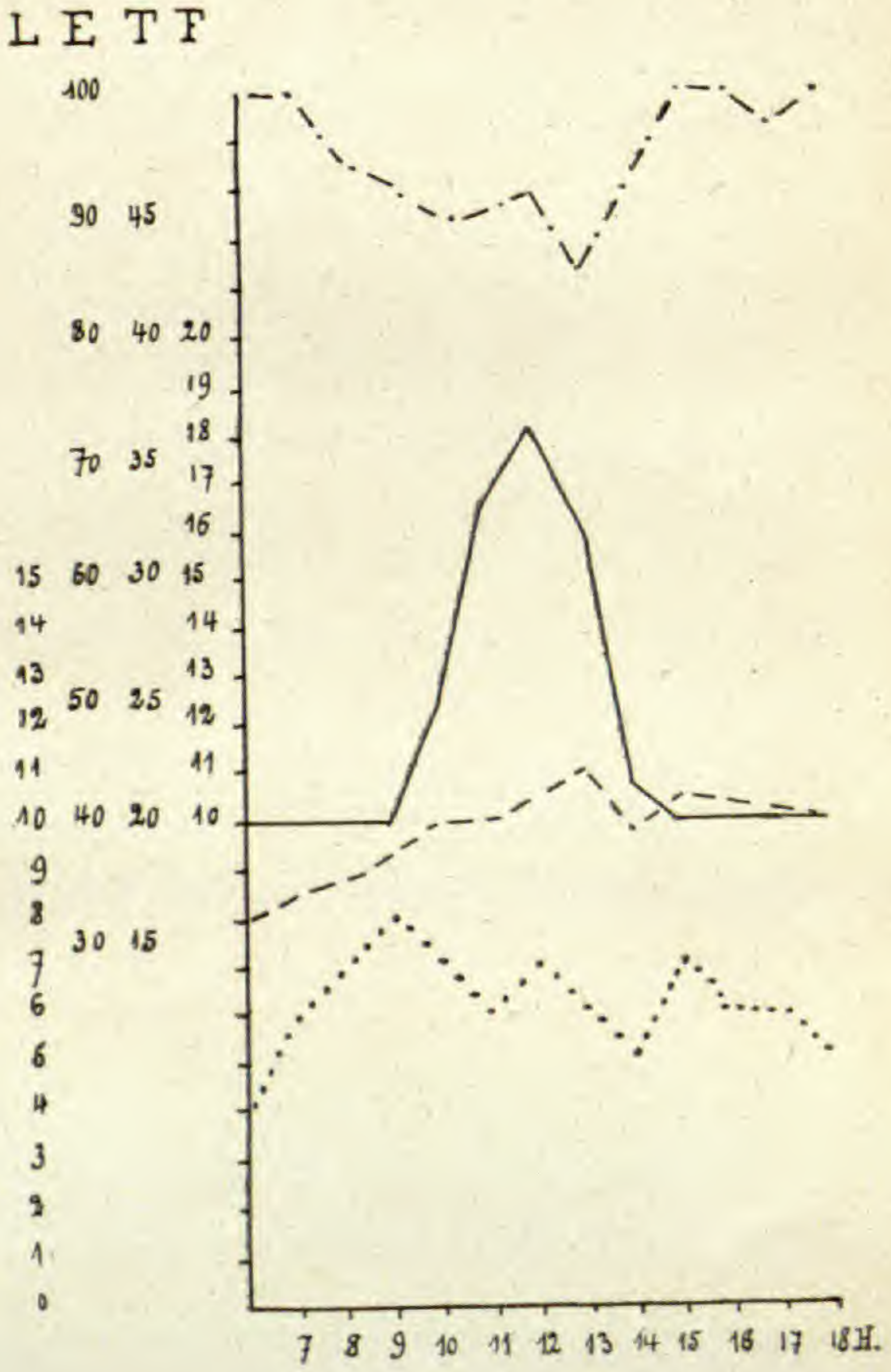
Lychnis dioica *(10 août)*



Lampsana communis *(11 août)*



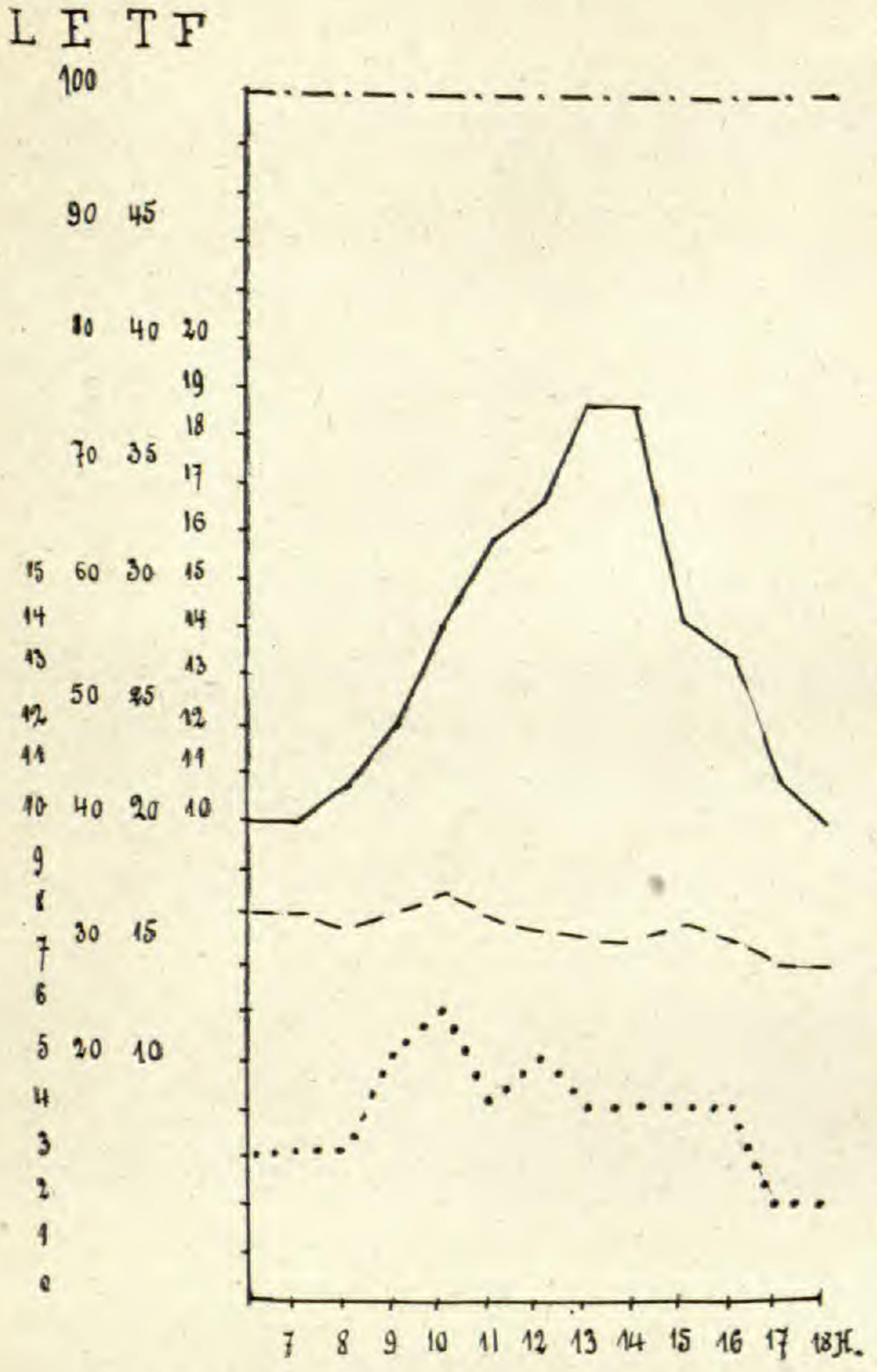
Anagallis arvensis *(12 août)*



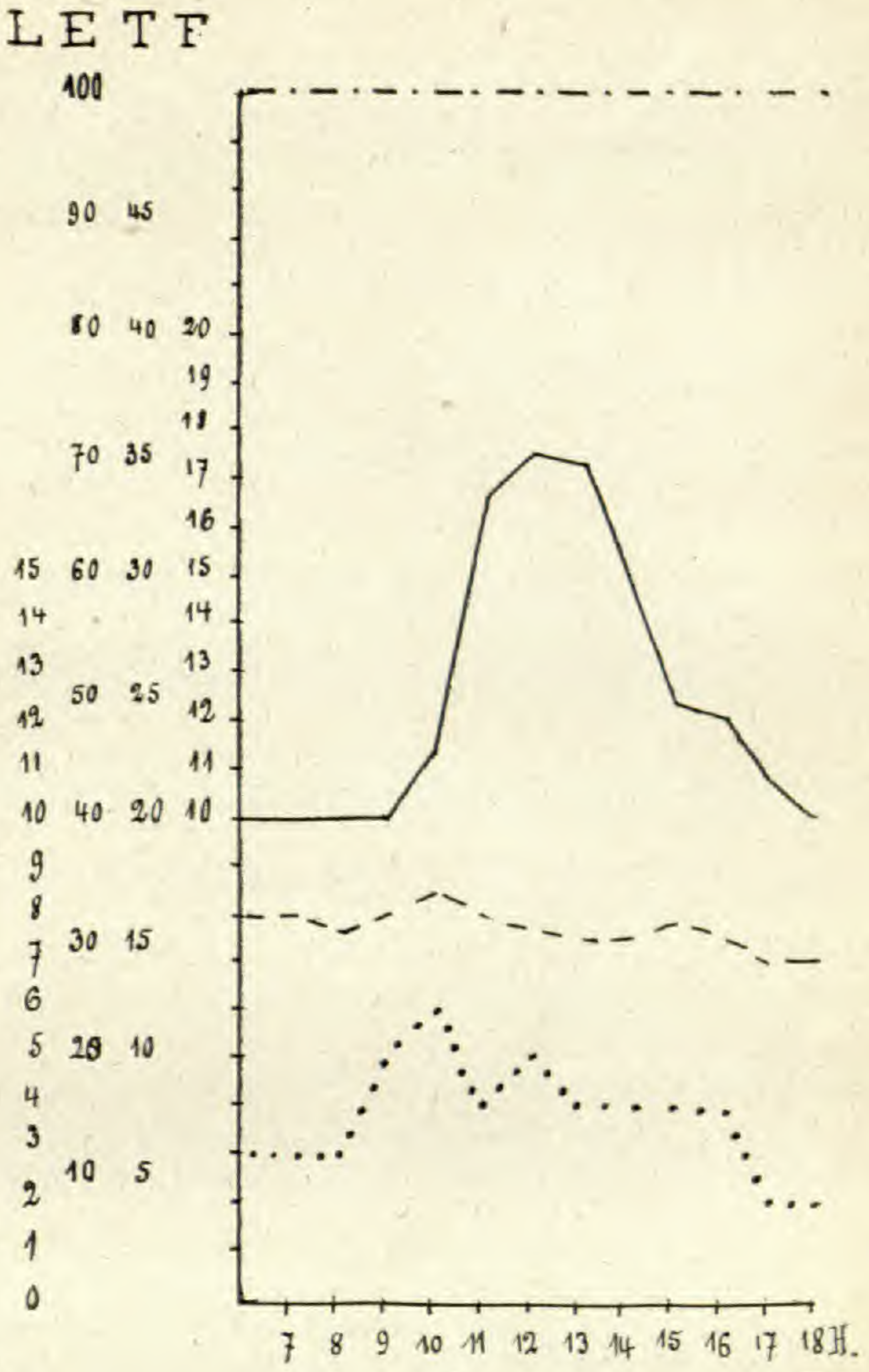
Anagallis arvensis *(11 août)*

Obaton del. — Brun sc.

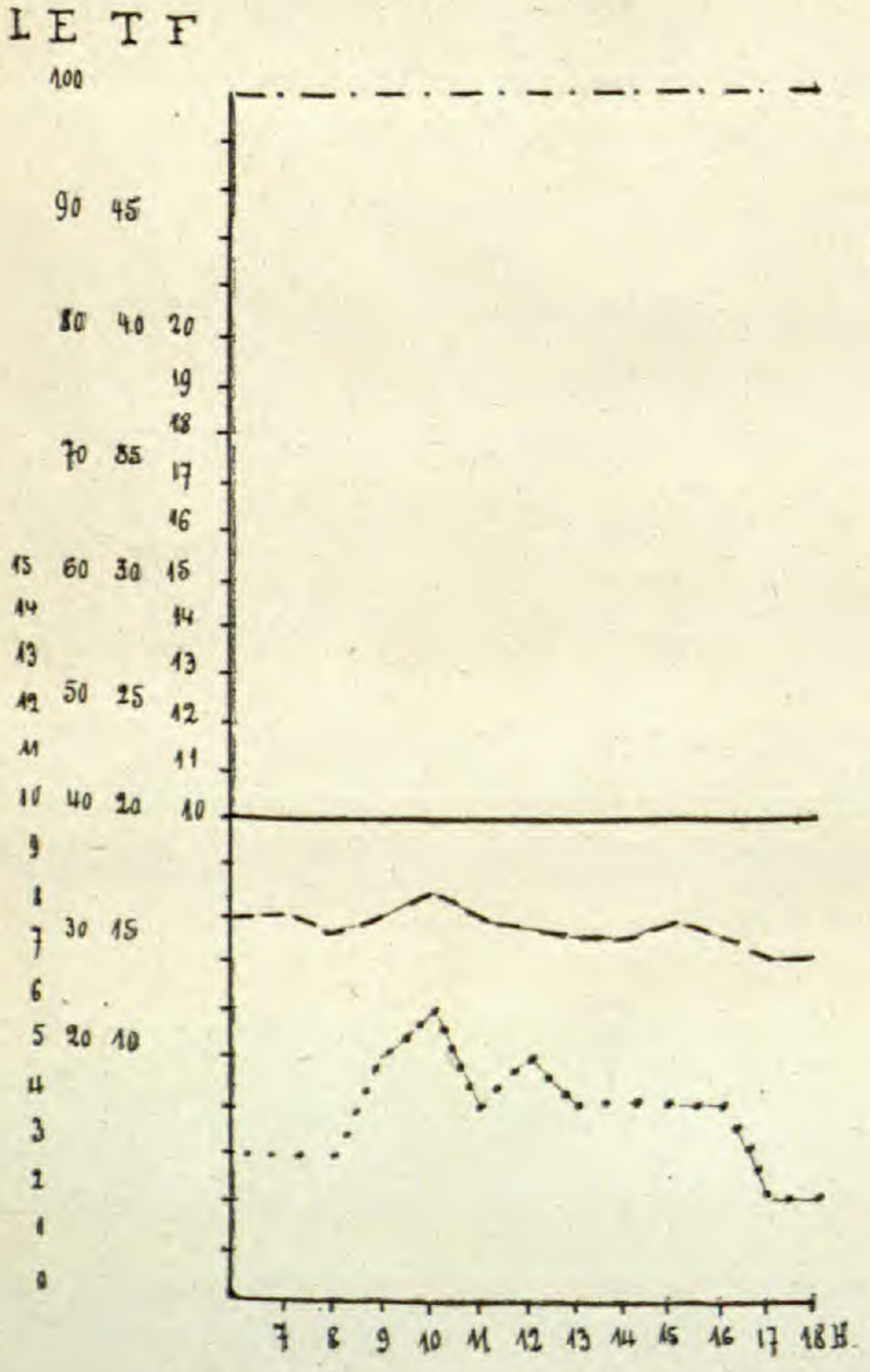
Courbes d'épanouissement de différentes fleurs en fonction de la température, de l'état hygrométrique et de la lumière.



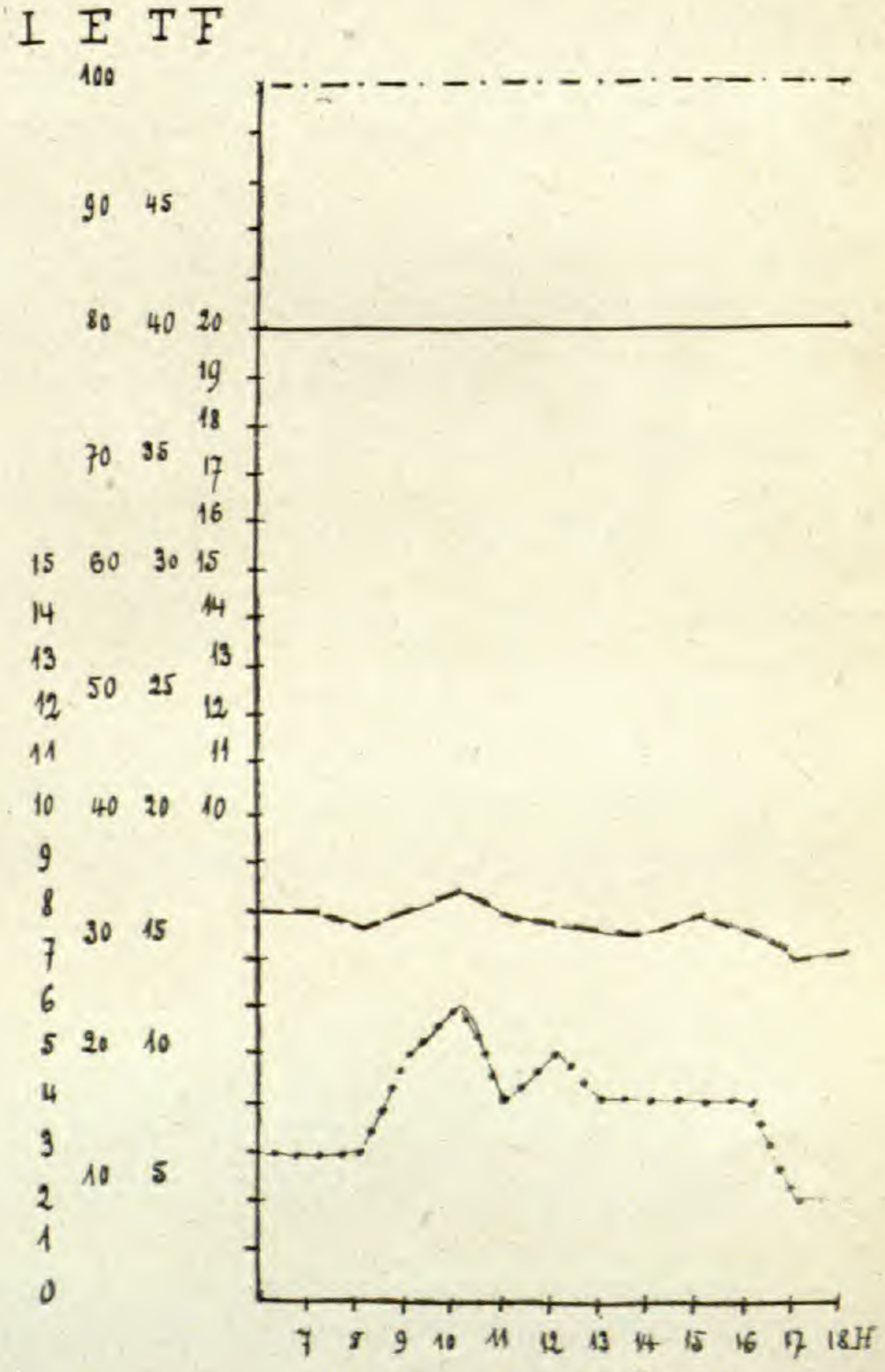
Lampsana communis (*14 août*).



Phænopus muralis (*14 août*).



Anagallis arvensis (*14 août*)



Lychnis dioica (*14 août*)

OBATON del. BRUN sc.

Courbes d'épanouissement de différentes fleurs en fonction de la température, de l'état hygrométrique et de la lumière.

SUR LES FRUITS ANORMAUX ET L'ENTRAINEMENT A LA RÉSISTANCE A LA SALURE DANS LE *LEPIDIUM SATIVUM*

par M. Pierre LESAGE

J'ai continué, en 1922, les cultures en pots sous chassis, de plantes salées commencées en 1911 ; j'en suis donc à la douzième campagne. J'ai fait des arrosages à l'eau de source contenant 10 p. 1000, 12 p. 1000 ou 14 p. 1000 de NaCl, pour comparer les plantes salées à des plantes témoins arrosées à l'eau de source seulement. En outre, j'ai introduit, dans la série de ces cultures, des plantes non salées de première génération que je désigne par 1e G, ou de deuxième génération désignées par 2e G, issues de plantes salées jusqu'en 1921 ou 1920. Voici un tableau donnant les moyennes des mesures permettant d'établir des différences entre ces diverses plantes et qui concernent les quatre caractères que j'utilise d'ordinaire à cet effet : la taille, le nombre relatif des grosses graines, leur poids, leur forme indiquée par le rapport des dimensions en longueur et en largeur.

Cultures arrosées a	Taille	Grosses graines p. 1000	Poids de 1000	Longueur / Largeur
10 °/oo NaCl	30cm 8	436	2 gr. 476	1.674
12 °/oo —	30cm 3	375	2 gr. 051	1.628
14 °/oo —	26cm 3	430	2 gr. 132	1.621
l'eau, témoin	40cm 3	892	2 gr. 935	1.904
— 1e G...	42cm 8	728	2 gr. 679	1.606
— 2e G...	43cm 7	890	3 gr. 005	1.580

On voit que nous avons toujours, dans les plantes salées, une taille plus faible, des grosses graines moins nombreuses, moins lourdes et plus courtes que dans les témoins. A part la taille, ces différences persistent, bien qu'atténuées, dans les descendants non salés des plantes salées. En ce qui concerne ce dernier point, je n'insisterai pas en ce moment, il ne faut pas abuser des statistiques auxquelles on peut faire dire bien des choses, ni des nombres qui ne sont que des moyennes. Je m'en tiendrai à ce que j'ai donné dans une note précédente ; il y aurait une certaine persistance dans les caractères provoqués par la salure (1).

En dehors de ces particularités, il en est deux autres que j'ai suivies avec soin, concernant les fruits anormaux et la résistance à la salure.

Depuis 1920, je trouve des fruits anormaux à 3 ou 4 loges dans mes récoltes et il semble bien que c'est surtout dans les plantes salées qu'on les rencontre ; mais le nombre en est réduit comme on peut s'en rendre compte par le relevé suivant de mes notes sur les cultures groupées en 7 catégories au point de vue de cette anomalie.

1. Plantes témoins ; sur 50 pieds, un seul fruit anormal.
2. Plantes salées provenant de fruits normaux et continuant la série commencée en 1911 ; sur 392 pieds, 15 fruits anormaux.
3. Plantes salées provenant de fruits anormaux ; sur 106 pieds, 17 fruits anormaux.
4. Plantes de première génération non salées, provenant de fruits normaux ; sur 47 pieds, pas un seul fruit anormal.
5. Plantes de deuxième génération non salées, provenant de fruits normaux ; sur 44 pieds, pas un seul fruit anormal.
6. Plantes de première génération, non salées, provenant de fruits anormaux ; sur 78 pieds, 3 fruits anormaux.
7. Plantes de deuxième génération, non salées, provenant de fruits anormaux ; sur 103 pieds, un seul fruit anormal.

Le plus grand nombre de fruits anormaux se trouve donc dans les plantes salées et, particulièrement, dans les plantes salées qui proviennent de fruits anormaux. C'est la seule conclusion raison-

(1) Pierre Lesage : Sur la persistance des caractères provoqués par la salure. (*C. R. Ac. des Sc.*, t. 176, p. 257, 1923).

nable qu'on puisse tirer actuellement de ces nombres qui sont vraiment trop faibles pour être interprétés autrement ; mais elle permet cependant de penser que la salure qui s'accompagne de ces modifications, n'est pas étrangère à la production de cette anomalie.

Enfin j'ai cherché à voir quelle serait l'attitude des plantes toutes arrosées avec une solution à 14 p. 1000 de NaCl et provenant les unes de graines des plantes salées depuis le commencement de ces expériences et que nous désignerons ici par I_2, les autres de graines des plantes témoins de l'année précédente, indiquées par I_3, pour les comparer entre elles et pour les comparer aux plantes témoins de l'année désignées par I_4. Au début, les plantes de I_3 et de I_4 se sont développées de la même manière ; puis, les arrosages salés exerçant leur effet sur I_3, les plantes de cette culture ont accusé un retard de plus en plus marqué sur le témoin I_4. Elles étaient d'abord plus grandes que celles de I_2 ; mais, par la suite, elles se sont ralenties et, finalement, ont été dépassées par les plantes de I_2 d'une façon apparente, saisissable à l'œil et très visible sur les photographies qui en ont été prises à ce moment. Pour nous en rendre compte, rapprochons les moyennes de I_3 de celles que nous avons déjà données pour I_2 et I_4.

CULTURES	TAILLE	GROSSES GRAINES p. 1000	POIDS DE 1000 GRAINES	LONGUEUR LARGEUR
I_2....	26cm 3	430	2 gr. 132	1.621
I_3....	22cm 7	398	2 gr. 484	1.884
I_4....	40cm 3	892	2 gr. 935	1.904

Il ressort de ce tableau que la taille des plantes et le nombre relatif des grosses graines de I_3, au moins, sont plus petits non seulement que dans le témoin I_4, mais encore que dans I_2. A ce point de vue, les plantes de I_3, non salées jusqu'à présent, se montrent plus sensibles à l'action dépressive des arrosages salés que les plantes de I_2 salées depuis longtemps. Y aurait-il là l'indice que les plantes salées, s'entraînant peu à peu, peuvent acquérir une certaine résistance à la salure, une accoutumance qui, atténuant certains effets de cette salure, pourrait, à la longue, réaliser une stabi-

lisation de caractères capables, non seulement de persister plus ou moins quand la salure n'intervient plus, mais encore de devenir héréditaires? Les résultats obtenus jusqu'à présent ne me permettent pas encore de répondre à cette question. Il me paraît prudent d'attendre que se produisent des faits plus nombreux, plus nets, dans ces expériences de longue haleine qu'il faut continuer avec patience, avant d'en tirer des conclusions, tant que celles-ci ne seront pas suffisamment étayées par ces faits.

Toutefois, sans vouloir tirer des conclusions définitives nous pouvons résumer les données précédentes de la manière suivante.

1° Les plantes salées ont une taille plus faible, des grosses graines moins nombreuses, moins lourdes et plus courtes que dans les plantes témoins.

2° Ces caractères provoqués par la salure présentent une certaine persistance dans les descendants non salés.

3° On trouve des fruits anormaux dans les plantes salées et surtout dans les plantes salées provenant des graines de fruits anormaux.

4° Les plantes salées acquièrent une certaine résistance à la salure.

RECHERCHES

SUR

LE GAMÉTOPHYTE DES MARCHANTIÉES

par M. Ch. DOUIN

AVANT-PROPOS

Depuis 1913, j'ai concentré toute mon attention sur les Marchantiées ; j'en ai cultivé 19 espèces appartenant à presque tous les genres. Tout en soignant mes cultures, j'ai fait un nombre très considérable d'observations auxquelles j'ai donné une forme tangible et persistante grâce à des notes et à des croquis ; et souvent, comme on le verra, ce sont les organes les plus vulgaires, les observations les plus élémentaires qui m'ont conduit aux résultats les plus importants et parfois aussi les plus inattendus : c'est ainsi que, chez le *Preissia*, les involucres largement ouverts à la périphérie du capitule fournissent la preuve que ce dernier est formé de deux séries de thalles superposés, des thalles radiants en dessus et des des thalles involucraux en dessous.

Aujourd'hui, à la lumière des faits constatés, mais après bien des tergiversations, il me faut bien l'avouer, je suis arrivé à *expliquer simplement la formation de tous les organes* de ces curieuses plantes si hautement différenciées, je dirai même les plus différenciées de toutes les Hépatiques. En effet, les Marchantiées laissent bien loin derrière elles les *Anthoceros* que l'on met en tête de la classe, parfois même dans une classe distincte (1), non seulement par ce fait que les sporogones sont issus d'un organe différencié bien plus largement développé que dans les autres Muscinées,

(1) Howe M. A. : The Hepaticæ and Anthocerotes of California (1899). (*Mem. of the Torrey Bot. Club,* Vol. VII).

mais surtout parce que ces sporogones sont groupés sur une partie spéciale de ce thalle différencié (chapeau, capitule) qui n'existe nulle part ailleurs.

Que de questions à résoudre quand on étudie sérieusement un groupe de plantes à organisation aussi compliquée ! Je cite au hasard. Pourquoi l'andrœcie du *Peltolepis* est-elle arrondie pendant qu'elle est émarginée chez le *Reboulia*, beaucoup plus allongée chez l'*Exormotheca* et réduite à des anthéridies isolées chez le *Sauteria* ? — Pourquoi la corbeille à propagules du *Marchantia* est-elle circulaire pendant que celle du *Lunularia* a la forme d'un croissant de lune ? — Pourquoi le capitule du *Marchantia* est-il profondément fendu du côté de la base du thalle et par suite seulement à symétrie bilatérale, tandis que celui du *Preissia*, par son pédoncule inséré au milieu, présente une symétrie axiale très nette ? — Pourquoi les appareils ♂, ♀ et propagulifères sont-ils toujours sur la ligne médiane et longitudinale du thalle ? — Pourquoi la collerette du *Preissia* est-elle munie de crêtes latérales, pendant que celles-ci sont absentes chez le *Reboulia* ? — Pourquoi une coupe transversale à la base du pédoncule du *Grimaldia* montre-t-elle des lames opposées plus ou moins nombreuses et formant une sorte d'engrenage, etc ?

Persuadé qu'une étude sérieuse du thalle des Marchantiées me donnerait la clef de toutes ces questions, je me suis mis à cette besogne d'autant plus volontiers que personne ne s'en était jamais occupé sérieusement.

Mais, quand j'ai voulu expliquer la formation et l'accroissement du thalle à l'aide des données admises par tout le monde (Randzellen ou Scheitelkante des auteurs allemands), je n'ai abouti qu'à des impossibilités ; et pourtant, le thalle stérile se termine bien par des initiales, mais celles-ci ne sont ni d'égale valeur, ni disposées comme l'indiquent les hépaticologues ; — quand j'ai voulu me rendre compte de la bifurcation contrariée avec l'hypothèse d'une *Scheitelkante*, mon embarras a été tel que je n'ai pas hésité à déclarer la chose impossible ; — quand j'ai voulu comprendre chez le *Lunularia*, qui est une Composítée d'après Leitgeb, comment le repli des thalles capitulaires disposait les archégones en 4 séries centripètes, j'ai vu de suite qu'il n'y avait ni thalle capitulaire visible, ni repli, ni même d'archégones en séries

centripètes ; et pourtant, dans le *Marchantia*, il y a bien des archégones (et parfois aussi des sporogones) en séries centripètes, comme le dit Leitgeb ; mais l'explication restait à trouver, et ce ne sera ni la moins inattendue, ni la moins surprenante de ce travail, quoiqu'elle soit aussi simple que logique ; — quand j'ai cherché un caractère spécial au groupe des Compositées, qui est la base de la classification actuelle des Marchantiées, je n'ai pas tardé à reconnaître l'impossibilité de caractériser ce groupe purement imaginaire, à moins de le confondre avec l'ensemble de toutes les Marchantiées ; — quand j'ai voulu étudier le développement de la feuille et des autres organes latéraux chez les Muscinées à l'aide d'initiales terminales, j'ai bien vite reconnu que cette hypothèse n'avait absolument rien de fondé quoi qu'en disent les auteurs (Naegeli, Hofmeister, Kuhn, Gœbel, etc.).

Il y avait, dans tout ce qui précède, plus d'arguments qu'il n'en fallait, pour reconnaître que les principes directeurs étaient faux. Le premier travail à faire était donc de le prouver ; c'est ce que j'ai fait en partie, surtout dans un article assez récent (1).

Récemment, R. Douin (2) a complètement rénové l'étude des Marchantiées. Les divers articles qui vont paraître sur le même sujet considérablement étendu, — puisqu'il s'appliquera à toute la classe des Muscinées, — en seront le complément. Ils formeront un travail de synthèse donnant l'explication logique de tous les faits et éclairant la nature de tous les organes.

Je commencerai par exposer les 2 sortes de phénomèmes qui m'ont fourni la clef de mon travail : la ***régénération des thalles*** grâce à l'étonannte vitalité de leurs initiales et les précieux ***enseignements données par les anomalies*** ; — ensuite, je montrerai successivement la curieuse ***formation du thalle stérile*** et de ses organes latéraux (incidemment, je démontrerai le développement basilaire des feuilles chez les Muscinées), les ***lois concernant la soudure et la non soudure des organes en contact*** et les singuliers ***groupements des thalles différenciées*** ainsi que le développement des organes, qui en

(1) Douin Ch. : Le capitule du Marchantia polymorpha expliqué par Leitgeb et ses disciples (*Rev. gén. de Botanique*, pp. 57-71, 1920).

(2) Douin R. : Recherches sur les Marchantiées (*Rev. gén. de Botanique*, 1921, p. 34 et autres).

sont issus ; — puis, je donnerai à part l'*interprétation de tous les organes du capitule du Marchantia polymorpha* : ce sera le pendant obligé de mon article antérieur sur la même plante (1) ; — enfin, dans un dernier article, sous le nom de *théorie des initiales*, je généraliserai la méthode employée pour les Marchantiées en l'appliquant, comme je l'ai déjà dit, à toutes les Muscinées.

I. — RÉGÉNÉRATION DU THALLE CHEZ LES MARCHANTIÉES

Muller, dans sa flore (2), dit que Vöchting a fait maintes fois l'expérience suivante : « Schneidet man beliebige Treibe eines Marchantiaceen-Thallus (also auch Träger und Inflorescenzen beiderlei Geschlechts) in kleine Stücke und legt diese feucht, so treibt jedes der Stücke innerhalb weniger Tage neue Triebe ». Ces expériences, dans lesquelles de petits morceaux de thalles stériles et d'appareils ♀ et ♂ ont été exposés à l'humidité et ont donné de nouvelles pousses au bout de quelques jours manquent complète-de précision ; elles laissent croire, ce qui est inexact, que toutes les cellules du thalle stérile sont aptes à le régénérer.

Un hépaticologue, W. Edw. Nicholson, m'a écrit jadis *que les Marchantiées pouvaient revivre après plusieurs années de dessiccation dans un herbier*. J'avoue être resté sceptique tout d'abord devant cette affirmation ; mais aujourd'hui, je reconnais que c'est exact. Et c'est une espèce exotique, le *Plagiochasma elongatum*, envoyée par le même hépaticologue, qui m'a conduit à la solution de cet intéressant problème.

Dans cette étude, j'ai été vraiment stupéfait par la résurrection — le mot est à peine exagéré — des thalles morts ou mourants. Dans mes cultures, il m'est arrivé bien des ennuis : des cultures entières frappées de mort par suite de diverses causes : sécheresse, obscurité, gelée ou eau en excès. C'est ainsi que le *P. elongatum* a été détruit par la gelée, sans qu'il en soit resté un seul thalle (sur plusieurs centaines) complet ou vivant. Cet accident m'a fort ennuyé,

(1) Douin Ch. : Le capitule du Marchantia polymorpha, etc. loc. cit.

(2) Muller K. : Die Lebermoose Deutschlands, Œsterreichs u. d. Schweiz, I, p. 108.

attendu que cette culture contenait les nombreuses anomalies dont il sera question dans un prochain article ; mais il fut aussi, je le répète, la cause d'une découverte que je n'aurais pas faite sans lui. J'ai donc continué à arroser chaque jour cette plante morte sans me lasser ; et, au bout de plusieurs mois, j'eus la surprise de voir émerger, au-dessus des thalles pourris et décomposés, quelques petites pousses vertes et bien vivantes. Celles-ci ont prospéré ; et, aujourd'hui (12 février 1923), la culture couvre toute l'assiette comme jadis ; malheureusement, les anomalies concernant l'appareil ♀ n'ont pas reparu.

J'ai laissé périr d'autres espèces (*Dumortiera*, *Marchantia*, *Corsinia*, *Plagiochasma rupestre*) qui, traitées de la même façon, se sont mises à renaître. Pour être exact, je dois avouer que certains thalles ne se prêtent pas toujours à la régénération : c'est le cas notamment du *Marchantia polymorpha* et du *Lunularia vulgaris* que j'ai cultivés à l'état stérile pendant 6 ans. Il en est de même du *Plagiochasma rupestre* en culture depuis 9 ans. Il me semble que la vertu régénératrice des *initiales secondaires* (1) s'atténue peu à peu et disparaît au fur et à mesure que la plante s'éloigne de la spore qui lui a donné naissance : d'où l'obligation pour les Marchantiées de fructifier, au moins de temps à autre, afin de rendre à leurs initiales leur vitalité perdue.

a) Thalles vivants

1° *Thalles complets*. — La multiplication des thalles vivants se fait journellement dans la nature et très communément chez beaucoup d'espèces : je citerai les exemples suivants entre beaucoup d'autres.

Preissia. — La fig. 1 du *Preissia* de la Vanoise cultivé à Chartres depuis août 1913 montre *quatre pousses médio-ventrales à peu près également espacées et alternant avec les écailles ventrales* du dessous du thalle ; on voit en outre de petits lobules latéraux à la partie antérieure du thalle avec les ailes mortes (hachures) à la base.

(1) J'appelle initiales secondaires les cellules qui se détachent successivement des différentes faces latérales de l'initiale proprement dite ou initiale terminale.

Clevea hyalina. — La figure 2 du *C. hyalina* de la même localité montre une pousse subflorale *a*, ce qui est plutôt rare chez cette espèce ; on y voit également de petits lobules latéraux sur les bords du thalle.

Clevea Rousseliana. — Le thalle (fig. 3) du *C. Rousseliana* d'Alger (mis. Trabut), vu par-dessous, montre au sommet *d* une saillie largement arrondie et couverte de nombreuses écailles lancéolées ; dans la partie inférieure *c* celles-ci sont en partie détruites ou cachées par de nombreux poils absorbants ; enfin, fait bien rare sur des thalles vivants, *2 petites pousses latéro-ventrales a et b.*

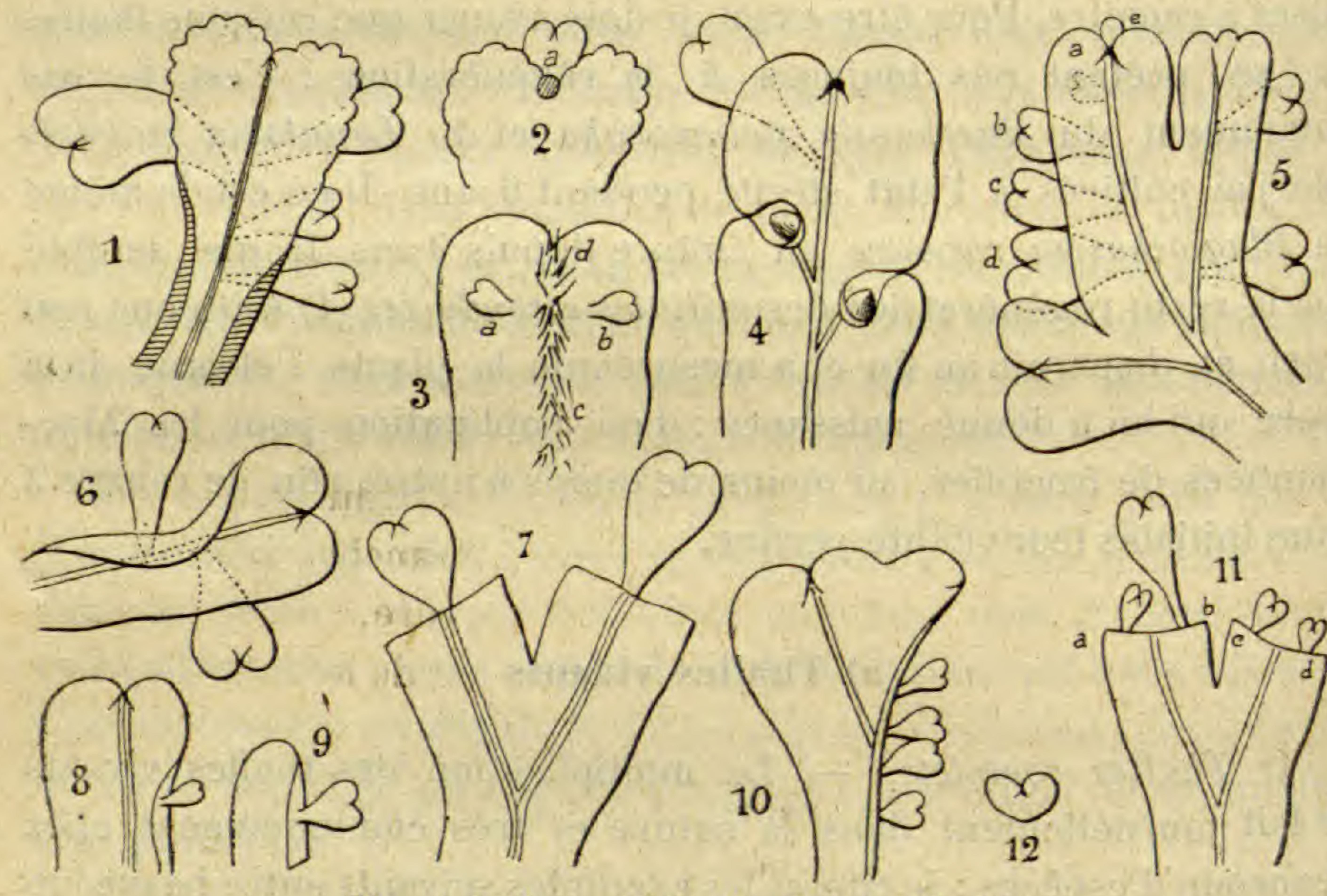


Fig. 1 à 12. — Multiplication du Thalle

Lunularia. — Le thalle du *Lunularia* (fig. 4) possède une pousse médio-ventrale née fort loin du sommet et qui tend à se mettre dans le prolongement du thalle stérile. En réalité, les pousses ventrales se dirigent instinctivement du côté où elles atteindront le plus tôt l'air et la lumière.

Reboulia. — Le thalle bifurqué du *Reboulia* (fig. 5) montre 6 pousses médio-ventrales dont *4 (a, b, c* et *d) à peu près également espacées et alternant avec les écailles ventrales.* On verra plus loin le

procédé très simple permettant de faire cette vérification. On voit aussi en *e*, sur la même figure une pousse subapicale.

Dumortiera. — Sous le thalle (fig. 6) du *Dumortiera* d'Angleterre (mis. Nicholson), on voit 2 pousses médio-ventrales assez rapprochées. L'absence d'écailles ventrales ne permet pas de préciser comme ci-dessus leur plus ou moins d'écartement.

Je ne crois pas utile de multiplier ces exemples. R. Douin (1) en a figuré un certain nombre d'autres. Ainsi, dans sa fig. 34 du *M. polymorpha*, on voit 4 pousses médio-ventrales dont 3 à peu près également rapprochées ; il en est de même des 4 pousses du *Dumortiera* (fig. 24) ; dans la fig. 31 du *Fegatella,* on remarque 2 pousses subterminales et superposées : la supérieure qui paraît continuer le thalle et l'autre bifurquée se détachant un peu au-dessous.

2° *Thalles mutilés.* — A la suite de déchirures accidentelles ou faites sciemment, j'ai j'ai vu apparaître de nombreuses pousses médio-ventrales et aussi, quoique beaucoup plus rarement, quelques pousses latérales. Voici quelques unes des nombreuses observations que j'ai faites.

Dumortiera. — Le thalle bifurqué (fig. 7) du *Dumortiera* a été déchiré au sommet de chacune de ses 2 branches ; il s'est formé, près du milieu et à la base de chaque déchirure, une pousse médio-ventrale qui s'est mise dans le prolongement de la branche correspondante.

Exormotheca. — Le thalle (fig. 8), de l'*E. pustulosa* du Portugal (leg. Nicholson) a été coupé obliquement, puis longitudinalement vers le milieu à partir du bord ; il s'est formé une pousse latérale vers le milieu de la déchirure dans les 2 sens longitudinal et perpendiculaire, c'est-à-dire que *l'origine de cette pousse n'est ni dorsale ni ventrale, mais interne.*

Reboulia. — Sur un thalle du *Reboulia* (fig. 9) coupé de la même façon, mais à peu près vers le milieu, *une pousse médio-ventrale* est apparue *avec une origine interne* comme la précédente.

Le thalle (fig. 10) coupé longitudinalement a donné *4 pousses*

(1) Douin R. (loc. cit., p. 14 et suivantes du tiré à part).

médio-ventrales, toujours à peu près également espacées et alternant très nettement avec les écailles ventrales du dessous.

Plagiochasma elongatum. — Sur le thalle bifurqué (fig. 11) du *P. elongatum*, les 2 branches ont été sectionnées à leur extrémité, comme l'indiquent la partie enlevée (fig. 12) et les 2 lignes courbes, *a b* et *c d*. Il en est résulté *4 pousses latérales,* 2 par branche, insérées vers le milieu de la section dans le sens perpendiculaire c'est-à-dire *ayant une origine interne.*

b) Thalles morts ou mourants.

La régénération des thalles mourants ou morts est bien plus intéressante que celle des thalles vivants signalés ci-dessus. En

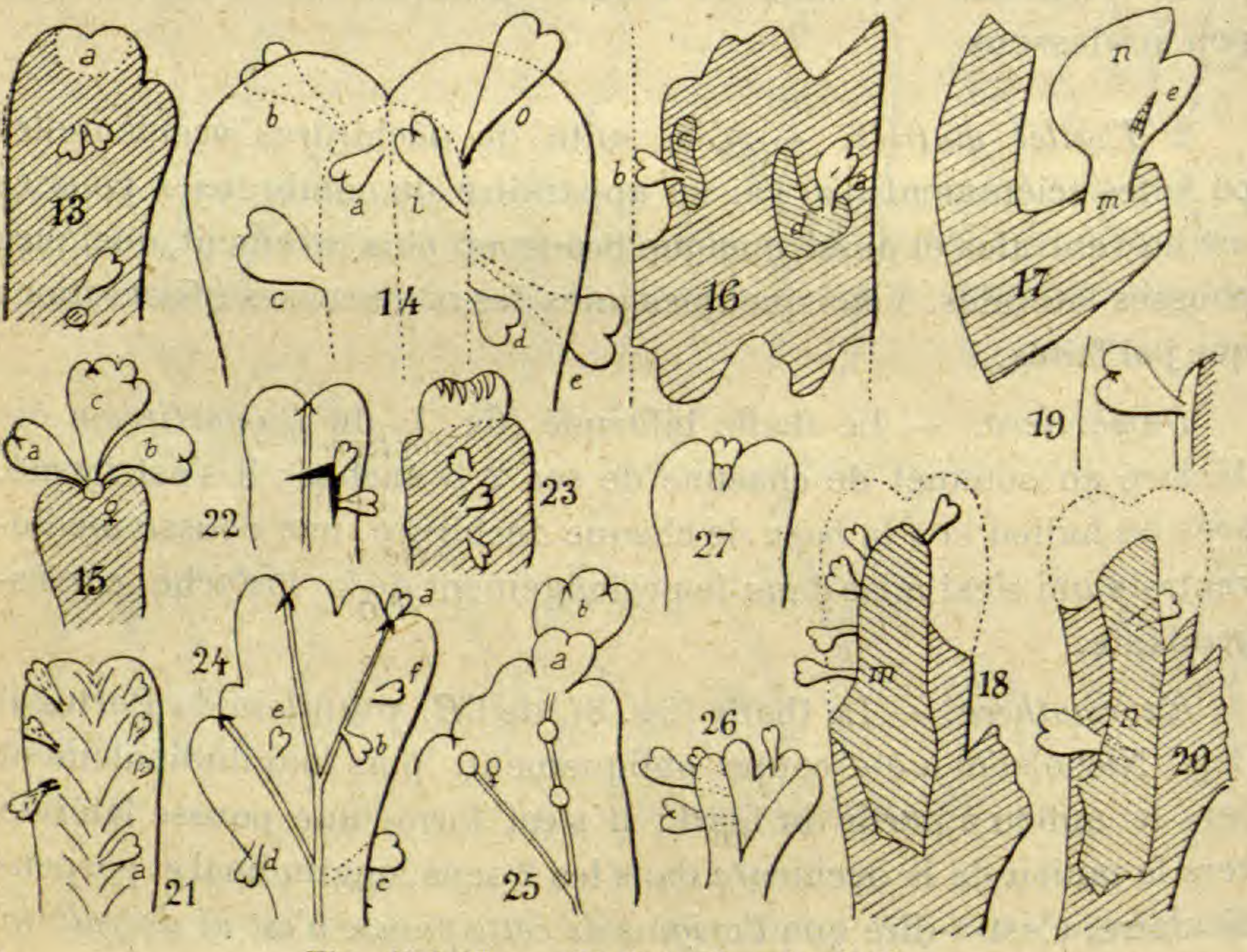


Fig. 13 à 27. — Régénération du thalle.

avril 1914, j'ai rapporté à Chartres de larges plaques du *P. rupestre*, complètement rôties par le soleil sur la paroi presque verticale des rochers de la petite route de Banyuls-sur-mer (Pyr-Orient.), près le pont du chemin de fer. Dans une humidité continue, ces plaques n'avaient pas tardé à se couvrir de pousses vertes ; mais alors, je n'y avais attaché aucune importance, c'est ce souvenir qui m'a sur-

tout fait porter mes expériences sur cette Marchantiée méditerranéenne. J'avais d'ailleurs constaté jadis le même phénomène sur le *Clevea Rousseliana* d'Algérie (1).

Je vais maintenant passer en revue divers exemples de thalles régénérés.

Marchantia. — Sur un thalle complètement mort du *M. polymorpha*, j'ai vu 2 pousses ventrales assez rapprochées.

Corsinia. — Sur le thalle mort et détérioré du *Corsinia* (fig. 13), mais à contours restitués j'ai vu *3 pousses médio-dorsales* : une située tout à côté d'une cavité à archégones et 2 autres au-dessus et côte à côte : c'est le seul exemple où j'aie vu 2 pousses aussi rapprochées ; mais, sur la ligne médiane, même si ces 2 pousses ne sont pas les 2 branches d'un même thalle bifurqué, cela rentre dans les choses possibles, comme on le verra plus loin. C'est d'ailleurs la seule raison qui m'a fait citer ce cas puisque le *Corsinia* n'est pas une Marchantiée ; mais son thalle ne diffère pas, au point de vue de la régénération, des autres thalles de ce groupe. Sur la fig. 13, les hachures représentent les parties mortes ; il en de même pour quelques autres figures voisines.

Dumortiera. — Le thalle (fig. 14) du *Dumortiera*, bien que complètement mort, avait ses contours très nets ; il est très curieux par le grand nombre de ses pousses : *une pousse médio-dorsale, deux pousses latérales du côté gauche* (*b* ventrale et *c* dorsale) et *4 pousses latérales du côté droit* (3 dorsales *d, i, o* et une ventrale *e*) *à peu près également espacées.*

Peltolepis. — Le *Peltolepis,* récolté en août 1915 sur le chemin de la Gemmi (Suisse), était complètement mort sauf l'initiale terminale et le tissu voisin qui ont régénéré le thalle avec les 3 pousses *a, b* et *c* (fig. 15) : *a* et *b* sont les 2 branches de la bifurcation contrariée déterminée par l'appareil ♀ voisin et *c* est une pousse subflorale qui s'est montrée après l'arrêt du développement du dit appareil ♀.

Sur un autre thalle également mort, il y avait 2 pousses subterminales et superposées *a* et *b* (fig. 25) : l'origine de la pousse infé-

(1) DOUIN Ch. : Les propagules des Céphaloziellacées. (*Bull. de la Soc. Bot. de France*, p. 447, 1913).

rieure *b* était plus éloignée du sommet que celle de *a* qui semblait continuer le thalle mort. C'est un cas analogue à celui de la fig. 27.

Plagiochasma elongatum. — Sur un thalle presque complètement pourri et décomposé, j'ai remarqué *2 pousses latéro-dorsales* dressées (*a* et *b*, fig. 16), à peu près symétriques par rapport à la ligne médiane ; chacune d'elles était adhérente à sa base à un lambeau de thalle vaguement vert (*c* et *d*, même figure). Les 2 pousses montraient une partie basilaire étroite, presque cylindrique (*m*, fig. 17) avec l'extrémité *n* brusquement élargie, comme dans les pousses ventrales, portant en dessous une petite écaille lancéolée *e*.

Sur un autre thalle ayant aussi échappé partiellement à la mort, puisque sa partie médiane *m* (fig. 18) était encore restée assez verte, j'ai vu 5 pousses latérales dont *4 d'un même côté et toujours à peu près également espacées* ; par-dessous, ces 4 pousses correspondaient à peu près aux 4 insertions successives de 4 écailles ventrales avec lesquelles elles alternaient.

Sur un troisième thalle semblable au précédent (fig. 19), il n'y avait qu'une pousse latéro-dorsale ; mais on voyait très distinctement que celle-ci naissait vers le milieu de l'épaisseur du thalle et que, par suite, elle avait une origine interne.

Enfin, sous un quatrième thalle à partie centrale *n* restée verte (fig. 20), il y avait seulement 2 pousses médio-ventrales.

Plagiochasma rupestre. — J'arrive maintenant au *P. rupestre* de Banyuls qui, par les très nombreuses observations dont il a été l'objet, m'a permis de faire de très légitimes généralisations. Dans la culture de cette espèce que j'ai laissée périr au soleil sans l'arroser, comme cela lui arrive sur les rochers de son pays natal, et que l'humidité continue a régénérée, j'ai fait les observations suivantes.

18 Mai 1920. — J'ai retiré de la culture 30 thalles pourris par l'arrosage quotidien : 12 ne possédaient aucune trace de régénération ; les 18 autres possédaient tous une ou plusieurs pousses vertes. Ces 18 thalles se répartissaient ainsi : 1 thalle avec une pousse subterminale ; — 1 avec 2 pousses médio-ventrales ; — 4 avec 2 pousses latéro-ventrales (1 de chaque côté) ; — 4 avec 1 pousse médio-ventrale et 1 pousse latéro-ventrale ; — 2 avec 3 pousses latéro-ventrales réparties sur les deux côtés ; — et 6 possédaient

chacun *3 pousses latéro-ventrales d'un même côté, insérées à la limite externe des insertions des écailles, alternant régulièrement avec ces derniers organes*, et, de ce fait, à peu près également espacées.

22 Mai 1920. — J'ai enlevé de la même culture 20 thalles pourris sur lesquels 4 seulement étaient dépourvus de toute pousse verte ; les 16 autres qui, en général, avaient des pousses plus nombreuses que ci-dessus, se décomposaient comme précédemment en thalles à pousses médio-ventrales, thalles à pousses latéro-ventrales, thalles ayant les 2 sortes de pousses précédentes ; un seul montrait une pousse médio-dorsale. Toutes les pousses latérales, comme dans les observations du 18 Mai, naissaient *dans le voisinage immédiat de l'extrémité externe des écailles ventrales*, comme le montre la fig. 21 qui représente le thalle le plus intéressant. On y voit 7 pousses : une médio-ventrale *a* et *6 pousses latéro-ventrales exactement opposées 2 à 2, alternant très régulièrement avec les écailles ventrales voisines*. Dans cette figure, comme dans plusieurs autres, les écailles ne sont représentées que par leurs insertions.

28 Mai 1920. — De nombreux thalles pourris ont encore été retirés de la culture ; les thalles sans pousse verte sont devenus fort rares ; il n'y en avait que 2 sur les 30 examinés. L'observation était déjà plus difficile, car la décomposition plus accentuée des thalles en rendait souvent le contour méconnaissable ; c'est pourquoi, parmi les 30 thalles ci-dessus, je n'ai retenu que les 18 thalles où les bords et les insertions des pousses pouvaient être discernés avec certitude. Il y avait toujours les mêmes sortes de pousses que dans les 2 séries d'observations précédentes. Les thalles les plus intéressants sont représentés par les fig. 22, 23, 24 et 27 ; je laisse de côté ceux ayant 3 ou 4 pousses latéro-ventrales rapprochées et espacées comme ceux que j'ai déjà signalés plusieurs fois.

Le thalle (fig. 22) possède *2 pousses latéro-dorsales issues d'une déchirure du thalle et indiquant, par ce fait, une origine profonde* ; sur la fig. 23, se voient *3 pousses médio-dorsales assez rapprochées et correspondant toujours aux écailles ventrales, c'est-à-dire auss espacées qu'elles* ; le thalle (fig. 24) possède toutes les sortes de pousses, mais isolées : 1 pousse subterminale *a*, 1 pousse médio-ventrale *c*, 1 pousse médio-dorsale *b* et 3 pousses latéro-dorsales *d*, *e*, *f* ; enfin, le thalle (fig. 27) montre à son sommet 2 pousses médio-ventrales subterminales et superposées.

15 Juin. — L'examen devient de plus en plus difficile, parallèlement à la décomposition des thalles qui s'accentue et au nombre des pousses vertes qui grandit ; *je n'ai pas vu un seul thalle sans pousse verte*. J'ai dû rejeter un grand nombre de thalles retirés de la culture, soit que je n'aie pu restituer leur contour à l'état vivant, comme je l'ai fait dans les fig. 13, 16, 18, etc., soit que l'origine exacte des pousses fût incertaine. Voici le détail des 20 thalles retenus : 1 thalle avec 6 pousses latéro-ventrales dont 4 d'un même côté, *également espacées, toujours situées très peu en dehors de l'insertion des écailles ventrales correspondantes et alternant avec ces dernières*, comme dans les nombreux cas indiqués précédemment ; — 3 thalles avec une seule pousse latéro-ventrale ; 2 thalles ayant chacun 2 pousses latéro-ventrales (une de chaque côté) ; — 1 avec *5 pousses latéro-ventrales d'un même côté et rapprochées comme dans la fig. 21* ; — 1 avec 5 pousses semblables, mais 3 d'un côté et 2 de l'autre ; — 1 avec 6 pousses latéro-ventrales sur 2 rangs, opposées 2 à 2 et toujours placées comme il est dit dans les cas semblables précédents ; 1 thalle avec 6 pousses comme les précédentes plus 2 autres médio-ventrales ; — 3 thalles avec une pousse médio-ventrale et 1 pousse latéro-dorsale ; — 2 thalles avec 2 pousses médio-ventrales, 1 pousse latéro-ventrale et 1 pousse latéro-dorsale ; — 2 thalles avec 3 pousses latéro-ventrales et 1 médio-dorsale ; — 2 thalles avec 3 pousses latérales dont une dorsale ; — et enfin, un thalle (fig. 26) avec 3 pousses médio-ventrales et 1 latéro-dorsale, les 3 premières toujours espacées comme les écailles voisines.

On remarquera que les pousses dorsales, sans être nombreuses, sont moins rares : cela provient de la décomposition des thalles à leur partie supérieure qui a fini par dégager les cellules médianes et latérales, productrices des pousses de régénération.

30 Juin. — Le nombre des thalles méconnaissables est devenu si grand que je n'ai pu faire qu'un petit nombre d'observations précises. Tous les thalles retirés de la culture possédaient des pousses vertes nombreuses ; plusieurs étaient sûrement médio-dorsales.

8 Septembre. — J'ai examiné une dernière fois ma culture régénérée : le seul thalle qui m'ait permis de faire une observation sûre possédait une pousse ventrale subterminale, 1 pousse médio-ventrale et une pousse latéro-ventrale.

CONCLUSIONS

Il résulte des observations précédentes, aussi bien sur les thalles morts que sur les thalles vivants :

1° que le thalle des Marchantiées possède des cellules d'une vitalité plus grande que les autres et que ce sont ces cellules seules qui sont aptes à multiplier ou à régénérer le thalle ; — 2° que toutes les pousses naissent, ou bien suivant 2 lignes superposées sur la partie médiane et longitudinale du thalle, ou bien sur 2 lignes latérales disposées symétriquement par rapport aux précédentes, situées à la limite externe des insertions des écailles ventrales et à l'intérieur du thalle ; — 3° que les pousses d'une même ligne longitudinale, lorsqu'elles sont rapprochées, sont toujours séparées par une écaille ventrale au moins, et que, par suite, elles alternent régulièrement avec ces écailles ; — 4° qu'on ne voit jamais de pousses en dehors des 4 lignes indiquées ci-dessus et que, par suite, toutes les cellules du thalle ne sont pas aptes à le régénérer, *directement* tout au moins ; — 5° qu'on ne voit jamais de pousses groupées côte à côte ; la fig. 13 du *Corsinia* n'infirme pas cette conclusion, attendu que, sur la ligne médiane, il y a 2 lignes superposées susceptibles toutes deux de donner de nouvelles pousses ; d'ailleurs, comme chaque initiale, origine d'une pousse, peut se diviser en 2 initiales d'égale valeur, la présence de plusieurs pousses groupées n'infirmerait en rien la *théorie des initiales* que j'exposerai plus tard ; — 6° que les pousses latérales et médio-dorsales ne se montrent que sur les thalles fort avancés en décomposition ; sur les thalles vivants, de telles pousses sont exceptionnelles et dues probablement à des déchirures du thalle.

Les conclusions précédentes peuvent se résumer ainsi :

1° *Toutes les cellules aptes à régénérer le thalle se trouvent assez régulièrement espacées sur 4 lignes longitudinales aboutissant au sommet du thalle, c'est-à-dire à son initiale terminale.* Ces 4 lignes se décomposent ainsi : 2 lignes latérales disposées symétriquement à la limite externe de l'insertion des écailles ventrales et 2 lignes médianes superposées, l'une superficielle sous le thalle et l'autre placée au-dessus, *immédiatement au-dessous des chambres aérifères.* C'est du moins ce que semble affirmer la fig. 14 du *Dumortiera dépourvu de chambres aérifères avec un thalle mort intact;* on y voit, en effet, *5 pousses dorsales sur les 7 pousses de régénération,* ce qui n'aurait pas lieu si les pousses avaient une origine interne.

2° Toutes les autres cellules du thalle ne sont pas aptes à le régénérer directement.

Parmi les cellules susceptibles de régénérer le thalle directement, les unes, superficielles sur la ligne médiane inférieure, peuvent produire de nouvelles pousses, même sur les thalles bien vivants ; les autres, sur les 3 autres lignes longitudinales, enfoncées dans les tissus, *sont la suprême ressource de la plante,* en l'absence de fructification. Pour que ces dernières pousses se produisent, il faut que les cellules génératrices qui leur donnent naissance soient mises en liberté par la décomposition ou les déchirures du thalle ; mais auparavant, ce dernier avait été leur sauvegarde. On comprend ainsi pourquoi les Marchantiées, mortes et presque disparues dans certaines localités pendant la saison sèche, se retrouvent bien vivantes pendant la période qui leur est favorable. C'est aussi la raison pour laquelle les Mousses des rochers et des murs ensoleillés, desséchées et mortes pendant l'été, se mettent à produire de nouvelles tiges avec le retour de la saison pluvieuse.

En somme, certaines cellules restent vivantes pendant que leurs voisines immédiates, tout aussi protégées qu'elles, sont mortes depuis longtemps ; même dans certaines Marchantiées tropicales qui gèlent dans nos régions tempérées, comme le *P. elongatum* L. et L., seules de tout le thalle, les cellules régénératrices ne gèlent pas et se montrent aussi résistantes au froid qu'à la chaleur.

Quelles sont donc ces cellules productrices de nouvelles pousses ? — La réponse sera donnée d'une façon plus précise dans un prochain mémoire ; je me contenterai de dire ici que l'initiale terminale du thalle stérile et les cellules qui s'en détachent régulièrement sur ses 4 faces occuperaient précisément les positions indiquées, *si ces cellules conservaient leur individualité primitive* avec l'accroissement et la formation du thalle ; pour cela, il faut que les cellules de ces 4 séries se segmentent comme des initiales, ce que je démontrerai dans *la formation nu thalle des Marchantiées.*

Comme ces 4 séries longitudinales d'initiales secondaires se trouvent disposées symétriquement 2 à 2 par rapport à l'axe du thalle qui passe par l'initiale terminale, on voit que *cette dernière doit avoir 4 faces latérales.* Quoi qu'il en soit, les faits exposés ci-dessus montrent la très grande importance des cellules régénératrices.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE
LA MORPHOLOGIE, DE L'ANATOMIE COMPARÉE, DE LA PHYLOGÉNIE ET DE LA BIOGÉOGRAPHIE
DES
CASUARINACÉES

par M. Jacob de CORDEMOY

(suite)

Certains auteurs, tels que Lecomte (**15**), avaient cru pouvoir établir un groupement d'espèces, chez les Casuarinacées, d'après le développement plus ou moins grand que prend la lame fibreuse médiane de l'hypoderme en T situé à la face dorsale ou externe des phyllichnies : chez certaines espèces, cette lame serait peu proéminente (*C. nodiflora, C. torulosa,* etc.) ; dans d'autres, au contraire, elle s'avancerait « jusqu'au dos du faisceau libéro-ligneux propre à chaque côte » (*C. quadrivalvis, C. equisetifolia, C. Cunninghamiana*). Mais ce caractère tiré du développement de l'hypoderme n'offre aucune fixité ; il est souvent très variable parmi les exemplaires d'une seule et même espèce, suivant leur provenance. Le fait est remarquable, par exemple, pour le *C. equisetifolia* ; la plante provenant de la côte ouest de Madagascar offre presque constamment de véritables cloisons fibreuses médianes et complètes, se prolongeant jusqu'à l'arc d'endoderme externe et divisant, par conséquent, le parenchyme chlorophyllien de la phyllichnie en deux masses symétriques et entièrement séparées l'une de l'autre ; par contre, la même espèce, cultivée dans notre région méditerranéenne, n'a que des prolongements médians hypodermiques peu accentués, cunéiformes, au-dessous desquels le tissu chlorophyllien s'étend

en une couche continue occupant toute la largeur de la phyllichnie. Bien plus, on constate parfois dans une seule et même coupe, chez le *C. Cunninghamiana*, par exemple, à la fois des phyllichnies pourvues de cloisons médianes complètes, ou n'offrant que de simples coins hypodermiques médians.

Il ne s'agit donc, en aucune manière, d'un caractère propre à distinguer ou à différencier des espèces du genre *Casuarina*.

Le développement plus ou moins marqué de cet hypoderme scléreux, dont le prolongement médian constitue un tissu de soutien correspondant à la nervure médiane de la phyllichnie, dépend certainement encore du degré de xérophilie de la plante ; il s'exagère quand celle-ci végète en milieu sec, et se réduit plus ou moins quand elle pousse en climat relativement humide. Ces variations de l'épaisseur de la couche hypodermique se produisent sous l'influence des conditions de milieu et ont pour effet de s'opposer plus ou moins à l'évaporation par la surface épidermique.

J'ai signalé déjà que, chez *C. equisetifolia*, l'hypoderme des phyllichnies se compose parfois de fibres transverses associées aux fibres longitudinales. Mais rien ne permet encore d'affirmer que cette disposition soit absolument particulière à cette espèce.

En résumé, contrairement à ce qu'ont pensé quelques-uns de nos devanciers, on ne peut trouver, ni dans la forme, ni dans la structure des phyllichnies, des caractères permettant de venir en aide à l'organisation florale et aux particularités qu'offrent les fructifications pour distinguer les espèces de *Casuarina*, celles du moins que les botanistes regardent comme très voisines et difficiles à différencier.

Cette conclusion n'est nullement surprenante si l'on veut bien considérer que la phyllichnie est une feuille, et que la feuille est un organe excessivement plastique, très sensible aux influences du milieu. On sait, en effet, que, au début de sa formation, la feuille est un organe pour ainsi dire indifférent et qui ne prend sa forme et sa structure définitive que sous l'influence des conditions du milieu où il se trouve placé. C'est ce qu'ont depuis longtemps mis en évidence des recherches expérimentales, telles que celles de G. Bonnier (**2**) sur les modifications produites chez les plantes par le climat alpin, celles de Lothelier (**16**) et de Eberhardt (**8**) sur les variations

qu'éprouvent les plantes que l'on cultive, et que l'on étudie comparativement, en milieu sec et en milieu humide.

Or les Casuarinacées du type australien sont des plantes xérophiles, adaptées à un milieu sec ; et les variations de structure qu'elles offrent dépendent surtout de l'humidité relative du climat où elles ont végété.

§ 2 Structure secondaire de la tige.

Cette question a été longuement traitée par de nombreux auteurs : Gœppert (1841), Sanio (1863), Lœw (1865), Solereder (1885), Lecomte (1886), Houlbert (1893), Morini (1894), Boodle et Worsdell (1894). Au point de vue histologique, ces travaux sont riches de détails consciencieusement observés et minutieusement décrits. Ils sont, en général, moins satisfaisants en ce qui concerne l'anatomie générale, qui coordonne et interprête les faits particuliers. C'est donc de ce côté qu'ont été dirigées mes recherches.

1° *Formations secondaires libéro-ligneuses.*

C'est généralement vers la fin de la première année qu'apparaissent les tissus secondaires libéro-ligneux dans le cylindre central du rameau des *Casuarina*. L'assise cambiale qui leur donne naissance se montre d'ordinaire plus précoce, pour une même espèce, dans la plante d'origine exotique, que chez celle cultivée dans notre région : on peut le constater nettement pour *C. equisetifolia.*

Mais le mode d'activité de la zone cambiale est partout semblable, chez les Casuarinacées. On sait que, dans la tige de ces plantes, seuls les arcs intrafasciculaires de l'assise cambiale engendrent un méristème secondaire produisant du liber en dehors et du bois en dedans. Quant aux arcs générateurs interfasciculaires, ils donnent du méristème secondaire dont les éléments deviennent simplement sclérenchymateux. Il en résulte que les faisceaux primitifs du cylindre central, par le fonctionnement de leurs arcs cambiaux, s'accroissent sans cesse radialement, en demeurant toujours distincts ; car entre eux sont interposés les larges rayons secondaires dont l'accroissement radial est également continu, par suite de l'activité des arcs cambiaux interfasciculaires (fig. 8). Tous les observateurs, depuis Gœppert, ont signalé ces larges rayons si remarquables de la couche ligneuse secondaire des *Casuarina*, et qui

« sont souvent composés de vingt à trentes files de cellules à parois ponctuées. » Ces rayons correspondent, on le sait, au trajet des faisceaux des nervures qui, des feuilles passent dans le cylindre central et dont les pôles ligneux traversent obliquement toute la couche de bois secondaire pour continuer leur parcours descendant en dedans de celle-ci, au niveau où se trouve le bois primaire de la stèle. Nous reviendrons, d'ailleurs, plus loin sur ces larges rayons secondaires qui caractérisent le bois des Casuarinacées, bien qu'ils ne se trouvent point également développés chez toutes les espèces.

L'assise cambiale, chez les *Casuarina* comme dans la plupart des arbres, produit beaucoup plus de méristème ligneux en dedans que de méristème libérien en dehors; le bois secondaire, dans les rameaux de deux ans environ a, en effet, une épaisseur égale à sept ou huit fois celle de la couche libérienne. Ce liber n'offre rien de bien particulier, sauf les cristaux prismatiques ou mâclés d'oxalate de calcium, qui abondent parfois dans son parenchyme; mais il est, en général, dépourvu de fibres. Par contre, chacun des faisceaux libéro-ligneux secondaires est toujours surmonté d'un arc fibreux péricyclique adossé au liber et composé de fibres épaisses à lumière réduite (fig. 8). Par suite de l'accroissement diamétral continu de la stèle, les cellules péricycliques interposées à ces arcs et correspondant aux rayons secondaires s'étirent tangentiellement et se cloisonnent radialement; les cellules qui résultent de ce cloisonnement se lignifient pour former ces éléments scléreux allongés dans le sens tangentiel, à membrane épaisse et ponctuée, qui unissent entre eux les arcs fibreux péricycliques primitifs. D'ailleurs, sous la même poussée des formations cambiales, toute l'écorce primaire, où les cristaux prismatiques et les mâcles d'oxalate de calcium abondent aussi, offre de nombreuses cloisons radiales qui divisent ses cellules, et de ce cloisonnement résultent des éléments dont les membranes s'épaississent en se ponctuant pour former des sclérites isolées ou groupées, que l'on trouve disséminées dans toute la région corticale.

Et c'est dans la seconde année — lorsque l'axe caulinaire proprement dit, stèle et écorce, de la tige des *Casuarina* offre, comme conséquence du développement des formations cambiales, les modifications précédentes — que l'on voit apparaître l'assise phellogène et les formations péridermiques qui présentent, chez les Casuarinacées, un intérêt tout particulier; car, avant de constituer l'enveloppe

subéreuse qui protégera définitivement la tige âgée, elles déterminent, au préalable, la chute des phyllichnies, la défoliation des rameaux.

2° *Formations secondaires péridermiques et mécanisme de la défoliation des rameaux.*

Sanio (1) est sans doute le premier qui ait constaté que l'origine du périderme des *Casuarina* se trouve dans des arcs générateurs qui se forment par des cloisonnements tangentiels de l'assise corticale sous-jacente à l'épiderme correspondant au fond des sillons. Ces cloisonnements donnent naissance à des arcs de phellogène. Ceux-ci apparaissent souvent en même temps au niveau de chacun des sillons d'un même entre-nœud ; mais, ainsi que l'a remarqué Morini (**19**, p. 708), dans les rameaux disposés horizontalement, ce sont les arcs péridermiques des sillons occupant la face supérieure du rameau qui apparaissent les premiers ; ce qui s'explique par ce fait bien connu que, cette face étant plus éclairée, la lumière accélère la formation du liège.

Quoi qu'il en soit, pendant un temps plus ou moins long, les arcs péridermiques correspondant aux sillons fonctionnent seuls ; par des cloisonnements tangentiels répétés de l'arc phellogène, il se forme du liège extérieur, qui s'accroît en direction centripète, et du phelloderme intérieur, dont le développement est centrifuge. A partir de ce moment, la couche subéreuse augmente rapidement d'épaisseur ; elle est formée d'éléments aplatis, étroitement unis, à membrane mince, et régulièrement disposés en séries radiales (fig. 7, *s*). Dès lors, ces arcs de périderme ne tardent pas à soulever le fond des sillons, ainsi que la base des poils scléreux qui y prennent naissance ; bientôt même, l'épiderme pilifère du fond des sillons, distendu par la poussée du liège sous-jacent, se déchire, et, par cette déchirure, font saillie des cellules subéreuses qui s'arrondissent et se désagrègent, tandis que de nouveau liège se forme sans cesse au-dessous. Il se constitue ainsi des plages subéreuses et poreuses, des sortes de « lenticelles secondaires » (2) qui, à ce stade de développement du rameau, pourraient bien jouer le rôle d'organes régulateurs de la

(1) Jahr. für wiss. Bot., 1860, vol. II, p. 103.

(2) V. H. Devaux : *Recherches sur les lenticelles.* (An. sc. nat. Bot., 8e Série, t. XII, 1900).

transpiration et des échanges gazeux, comme le laissent supposer certains faits dont nous parlerons plus loin.

Ces formations subéreuses, en soulevant le fond des sillons, diminuent la profondeur de ceux-ci, en même temps qu'elles les élargissent ; aussi apparaissent-elles dans l'entre-nœud sous forme de lignes longitudinales saillantes séparant les côtes foliaires, c'est-à-dire les phyllichnies, qui conservent leur aspect normal et restent vertes.

Cependant une autre action tend à modifier profondément les

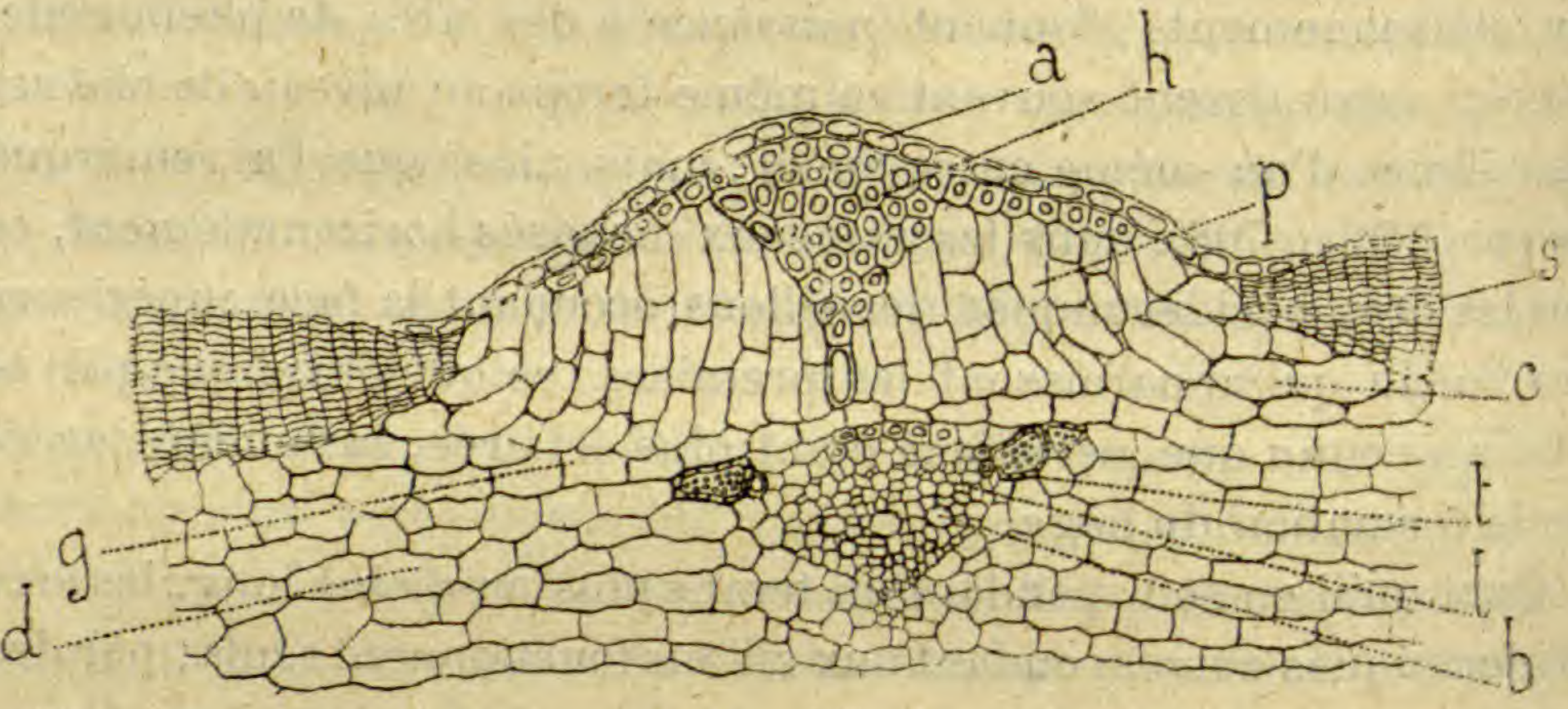


Fig. 7. — Coupe transversale de l'entre-nœud d'un rameau secondaire de *Casuarina equisetifolia* (portion externe comprenant les phyllichnies concrescentes). *a*, épiderme ; *h*, hypoderme ; *p*, tissu palissadique ; *s*, couche subéreuse développée au fond des sillons, situés de part et d'autre de la phyllichnie, et due au cloisonnement d'arcs phellogènes alors localisés seulement à ce niveau (sortes de « lenticelles secondaires ») ; *c*, écorce sous-jacente ; *g*, arc d'endoderme externe ; *d*, parenchyme cortical ; *b* et *l*, bois et liber du faisceau foliaire ; *t*, trachéides de transfusion.

côtes foliaires ; c'est la poussée des formations cambiales internes et l'accroissement diamétral de l'axe caulinaire. Les phyllichnies étant adhérentes à l'écorce du rameau, doivent nécessairement suivre l'extension tangentielle de celle-ci ; en conséquence, elles s'élargissent par leur base, en même temps qu'elles s'aplatissent (fig. 7).

C'est alors que l'assise phellogène et les formations subéreuses, qui étaient restées circonscrites au niveau des sillons, commencent à s'étendre de chaque côté vers la base des côtes foliaires, c'est-à-dire vers le niveau où a lieu l'adhérence des phyllichnies avec l'écorce de l'axe caulinaire. On assiste ainsi au début de la formation d'arcs générateurs subéreux intermédiaires, c'est-à-dire correspondant

aux côtes foliaires, qui, en définitive, non seulement établiront la continuité du périderme général protégeant la tige âgée, mais aussi produiront, au préalable, la défoliation du rameau en déterminant la séparation des phyllicbnies d'avec l'axe caulinaire auquel elles adhéraient.

Ce sont ces derniers phénomènes qu'il nous paraît utile de préciser, car bien des incertitudes subsistent encore, en ce qui concerne leur marche et leurs résultats. Sanio, qui les a observés le premier, en 1860, a constaté, chez le *C. torulosa*, que les arcs péridermiques intermédiaires, qui correspondent aux côtes saillantes, s'établissent de manière à passer à travers le liber des faisceaux foliaires, de telle sorte que chacun de ces faisceaux est divisé par l'arc subéreux en deux parties : l'une externe, qui est rejetée au dehors par le liège, et l'autre interne, constituée essentiellement par le bois, et qui reste adhérente à l'écorce.

Plus tard, J. Poisson (**22**, p. 69) a vu, dans deux espèces de *Casuarina* tétragones (*C. Deplancheana et C. crassidens*), que les mêmes arcs péridermiques, correspondant aux côtes foliaires, subissent une courbure déterminée de façon à passer en dedans des faisceaux et à les rejeter totalement vers l'extérieur.

Lecomte (**15**, p. 316) cherche à concilier ces observations divergentes, mais également exactes, en disant que c'est affaire de niveau. « Des sections successives opérées, dit-il, sur toute la longueur d'un entre-nœud montrent que, dans la région inférieure, le liège se forme en dehors du faisceau foliaire ; puis, un peu plus haut, il se développe à l'intérieur de ce faisceau, et enfin dans la région supérieure de l'entre-nœud, le faisceau se trouve entièrement en dehors de la couche de suber. » Il en résulte que la feuille serait séparée de la tige par un plan subéreux oblique de bas en haut et de dehors en dedans.

Morini (**19**, p. 709) a, comme Sanio, vu les arcs péridermiques « intercalaires », c'est-à-dire correspondant aux côtes, dédoubler les faisceaux foliaires en passant à travers leur liber ; mais il a observé aussi, dit-il, dans quelques espèces, et à différentes reprises, que ces arcs subéreux suivent un trajet courbe en contournant le bord interne des faisceaux. De l'une ou l'autre façon, il s'établit finalement un périderme continu. Mais, ajoute-t-il, « cette circonstance que les deux modes d'origine du périderme peuvent coexister

dans la même espèce (par ex. dans *C. quadrivalvis*) ne permet pas de trouver, à cet égard, des différences spécifiques parmi les *Casuarina.* » Le même auteur a encore noté parfois, chez *C. equisetifolia*, la formation des « arcs intercalaires du périderme » aux dépens de ce qu'il a appelé l'assise hypochlorenchymateuse (endoderme externe) ; et aussi — mais très rarement — dans l'assise profonde du tissu palissadique.

Boodle et Worsdell (**4**, p. 240), qui, du reste, n'insistent pas sur ce point spécial, ont noté toutefois que « sur une même section transversale d'un rameau de *Casuarina*, le périderme, dans son trajet, peut occuper trois positions différentes : on le voit situé en dehors du faisceau, ou passer à travers le faisceau, ou encore contourner le bord interne du faisceau. » Ces différences de position du périderme ne dépendent donc pas toujours du niveau de l'entrenœud où l'on pratique des sections, comme l'a avancé Lecomte ; mais, à coup sûr, et avec Morini, on ne doit pas y chercher des distinctions spécifiques.

Chose remarquable, tous les faits que nous venons de relever dans les travaux antérieurs, concernant ces formations péridermiques, malgré leur grande diversité, sont parfaitement exacts, considérés en eux-mêmes. Et s'ils paraissent quelque peu contradictoires, c'est qu'aucun auteur n'a pris soin de rechercher la relation qui peut exister entre eux ; c'est qu'aucun observateur non plus ne s'est demandé si les faits constatés ne se succédaient pas dans un ordre déterminé, suivant l'âge du rameau, notamment dans les espèces où, comme l'ont indiqué Boodle et Worsdell, les arcs péridermiques correspondant aux côtes peuvent, *à un même niveau*, occuper des positions différentes par rapport aux faisceaux foliaires. En d'autres termes, aucun de ces botanistes ne s'est préoccupé d'étudier la marche même du phénomène, c'est-à-dire la formation du périderme dans les rameaux d'âges différents pour une seule et même espèce, et comparativement chez plusieurs espèces de *Casuarina*, depuis son origine jusqu'au moment où le périderme général du rameau s'est définitivement établi.

Ce sont précisément là les considérations qui m'ont guidé dans les recherches que j'ai entreprises sur ce point particulier de l'organisation des *Casuarina*. De l'ensemble des faits, dont beaucoup

étaient déjà connus, j'ai pu ainsi tirer des conclusions nouvelles et d'un intérêt biologique plus général.

Il m'a paru nécessaire de distinguer, quant à la marche du phénomène de la formation du périderme chez les *Casuarina*, les plantes de même espèce, suivant qu'elles proviennent de régions chaudes et sèches, ou qu'elles ont été prises dans notre région tempérée et relativement plus humide. Les faits diffèrent quelque peu dans l'un et l'autre cas.

Considérons d'abord le cas des *Casuarina* d'origine exotique (*C. equisetifolia*, *C. Cunninghamiana*, *C. paludosa*). Chez ces plantes, le périderme est précoce. Il apparaît alors que les formations cambiales n'ont pas déterminé une extension du manchon cortical suffisante pour étirer tangentiellement, déformer et aplatir les côtes. Celles-ci sont encore intactes lorsque se montrent, au niveau des sillons, les premiers cloisonnements des arcs phellogènes que nous nommerons, pour abréger, les *arcs primitifs* du périderme. Les couches subéro-phellodermiques primitives qui en dérivent sont peu étendues; il s'ensuit que les côtes foliaires sont peu écartées les unes des autres et que les sillons qui les séparent se sont seulement un peu élargis. Les phyllichnies sont donc à peine modifiées dans leur forme et leur structure lorsque, par extension latérale des arcs primitifs, apparaissent les *arcs subéreux intermédiaires* (ou intercalaires de Morini) destinés à les exfolier.

Mais il est nécessaire de considérer la position de ces arcs subéreux : d'une part à la base de l'entre-nœud, et, d'autre part, dans le reste de cet entre-nœud, c'est-à-dire dans la région moyenne et supérieure. A la base (fig. 8), les faisceaux foliaires, devenus collatéraux, sont situés très profondément et se rapprochent du cylindre central dans lequel ils vont pénétrer; et les arcs phellogènes (*s*), se forment toujours en dehors d'eux, soit dans l'arc d'endoderme externe, soit dans l'une des assises du tissu chlorophyllien (*p*), qui, à ce niveau, n'est plus différencié en palissade et se compose de cellules polygonales; parfois même, le phellogène prend naissance dans l'assise chlorophyllienne la plus externe et immédiatement sous-jacente à l'hypoderme scléreux (*C. equisetifolia*). Donc, à la base de l'entre-nœud, les arcs subéreux intermédiaires qui se raccordent aux arcs primitifs pour former le périderme général du rameau, passent toujours en dehors des faisceaux foliaires et exfolient tout ou

partie du parenchyme chlorophyllien des phyllichnies ; mais celles-ci, à ce niveau, sont toujours représentées au moins par le faisceau de leur nervure. En d'autres termes, à la base de l'entre-nœud, il n'y a pas défoliation totale ; en général, les phyllichnies s'y composent de leur nervure et d'une partie plus ou moins grande de leur parenchyme vert ; et même elles comprennent une nervure et tout le

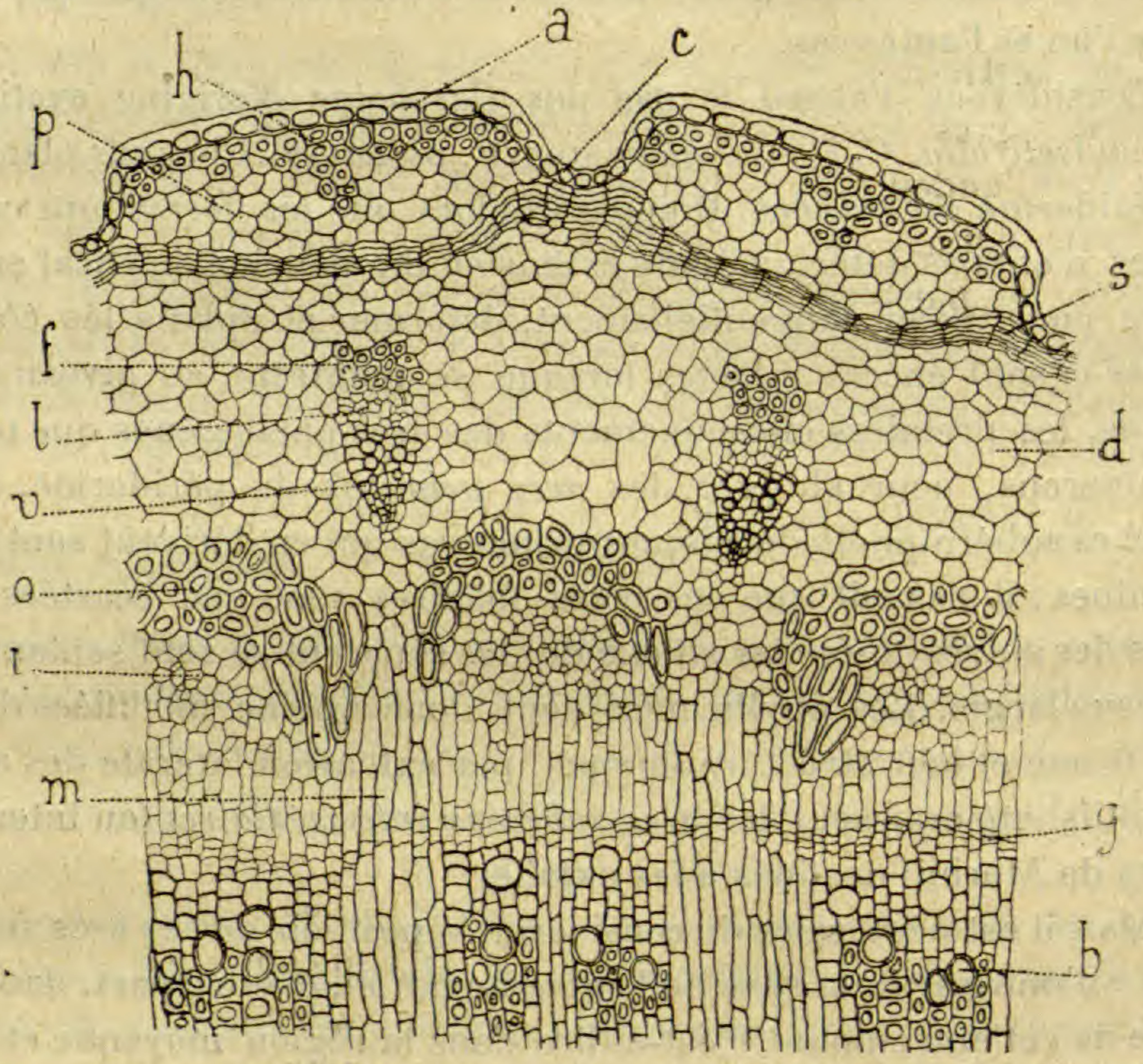


Fig. 8. — Coupe transversale de la base d'un entre-nœud d'un rameau secondaire de *Casuarina equisetifolia*. *a*, épiderme externe de la côte ; *c*, épiderme du fond d'un sillon ; *h*, hypoderme ; *p*, tissu chlorophyllien à cellules polygonales ; *d*, parenchyme cortical ; *v*, *l* et *f*, bois, liber et arc fibreux péridesmique d'un faisceau foliaire collatéral inclinant vers la face profonde de l'écorce ; *o*, arc fibreux péricyclique ; *b*, et *l*, bois et liber de formation secondaire ; *m*, rayons secondaires ; *g*, assise génératrice libéro-ligneuse, *s*, périderme général formé par la juxtaposition bout à bout des arcs primitifs et intermédiaires.

tissu assimilateur, quand l'assise phellogène est sous-jacente à l'hypoderme. Dans tous les cas donc, lors de la défoliation, les bases plus ou moins complètes des phyllichnies restent adhérentes à la région basilaire de l'entre-nœud.

Examinons maintenant comment se comportent les arcs subé-

reux intermédiaires dans le reste de l'entre-nœud. Partant des arcs primitifs, des cloisonnements tangentiels se produisent, qui marquent l'apparition des nouveaux arcs de phellogène, lesquels vont s'étendre de chaque côté des sillons. Ainsi débutent toujours les arcs intermédiaires ; mais pour ce qui est de leur trajet ultérieur, plusieurs cas doivent être distingués.

Un premier cas, le plus simple, s'observe, par exemple, dans un rameau de 3 mm. de *C. Cunninghamiana*. Notons d'abord que l'apparition des arcs intermédiaires est ici précédée de la subérification des arcs d'endoderme externe et parfois des dernières assises du tissu vert. La nervure de la phyllichnie se trouve ainsi isolée de son parenchyme palissadique ; les échanges entre ces deux parties de la feuille sont dès lors suspendus. C'est après ces premières modifications que l'on voit se produire les cloisonnements tangentiels par lesquels débutent les arcs intermédiaires et qui, partant des arcs primitifs, se poursuivent dans l'assise cellulaire située immédiatement sous l'endoderme externe, puis au-dessous des groupes des trachéides annexés aux faisceaux foliaires, et enfin s'inclinent de manière à longer les faces latérales de ces faisceaux et à les contourner en passant en dedans du bord interne de leur pôle ligneux. La direction de ces cloisonnements indique bien le trajet de ces arcs phellogènes intermédiaires qui deviennent rapidement subéreux en formant plusieurs assises de liège : ce sont là des *arcs de défoliation* qui, dans l'espèce que nous examinons, se sont constitués d'emblée. En effet, dès ce moment, par suite de la formation continue de nouvelles assises de liège, tous les tissus dont se composent les phyllichnies sont repoussés en dehors : les nervures s'aplatissent, les cellules du parenchyme palissadique se tassent et prennent un contenu jaunâtre. Bientôt les phyllichnies désorganisées se détachent de la couche de liège exfoliateur et tombent. Cependant, comme nous l'avons dit, elles ne sont pas exfoliées en totalité ; leur portion basilaire reste au moins en partie, adhérente à la base de l'entre-nœud. A ce niveau, en effet, les arcs subéreux intermédiaires s'établissent toujours en dehors de nervures foliaires qui peuvent, dans certains cas, représenter seules les bases adhérentes des phyllichnies. Mais ces arcs subéreux externes ne peuvent évidemment se raccorder aux arcs de défoliation précédents que par des plans subéreux qui coupent obliquemment les faisceaux foliaires ;

ces plans subéreux obliques déterminent nécessairement la séparation entre les bases adhérentes et les parties restantes, moyenne et supérieure, des phyllichnies, qui sont caduques.

Donc, dans ce premier cas, réalisé par le *C. Cunninghamiana*, la défoliation du rameau est un phénomène simple et qui s'explique sans difficulté.

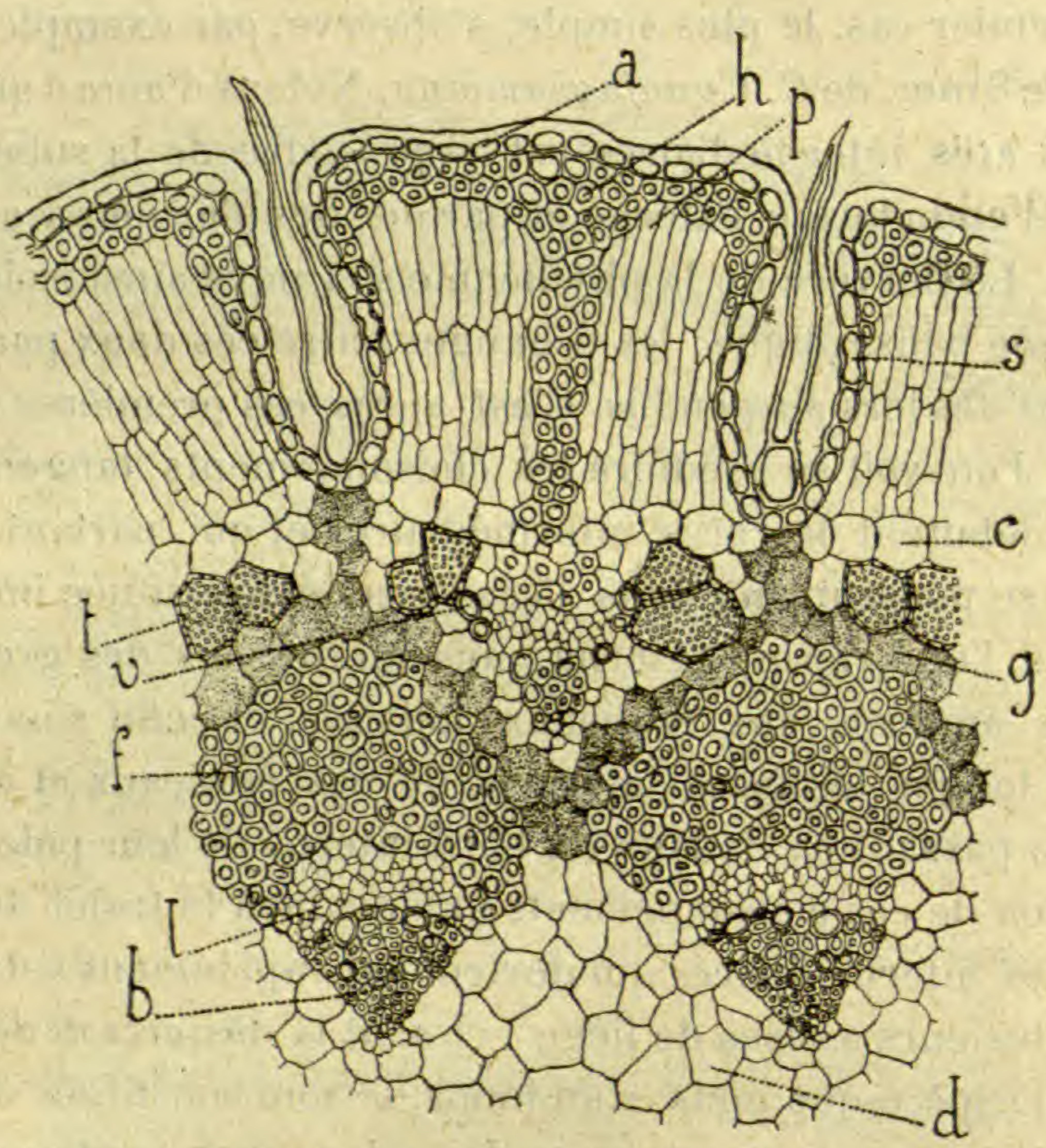


Fig. 9. — Coupe transversale d'un entre-nœud du rameau primaire de *Casuarina paludosa*. *a*, épiderme ; *h*, hypoderme ; *p*, tissu chlorophyllien palissadique ; *s*, stomate d'une face latérale du sillon ; *c*, arc d'endoderme externe ; *v*, petits vaisseaux latéraux du faisceau foliaire, et *t*, trachéides de transfusion qui leur sont annexées ; *g*, assise corticale représentant l'endoderme général et dont les cellules sont remplies de tanin ; *b* et *l*, bois et liber du faisceau collatéral caulinaire ; *f*, arc fibreux péricyclique très développé et recouvrant le liber du faisceau ; *d*, conjonctif central.

Un second cas s'observe chez *C. paludosa* dont la structure du rameau primaire, d'ailleurs normale, est représentée dans la figure 9, ci-contre. Les formations péridermiques sont encore très précoces et apparaissent déjà dans un rameau de 4 mm. environ de diamètre. Les couches libéro-ligneuses secondaires du cylindre central étant peu développées, l'accroissement du manchon cortical n'a encore fait subir aucune déformation aux côtes foliaires. Les arcs primitifs du péri-

derme comprennent seulement quelques assises de liège et sont peu étendues tangentiellement; de sorte que les côtes foliaires intactes se sont à peine un peu écartées les unes des autres par suite d'un faible élargissement des sillons. Mais déjà on constate, de chaque côté de ces arcs primitifs, les cloisonnements tangentiels par lesquels débutent les arcs subéreux intermédiaires. Ceux-ci, dès lors, progressent par les cloisonnements d'un phellogène qui se forme dans l'assise cellulaire sous-jacente aux arcs d'endoderme externe, lesquels se sont préalablement subérisés, comme dans le cas précédent; puis ces cloisonnements s'étendent en passant au-dessous des groupes de grosses trachéides de transfusion annexés aux faisceaux foliaires; et enfin ils semblent continuer leur trajet à travers les faisceaux libéro-ligneux foliaires. Mais, en réalité, *ils s'interposent entre le liber de ces faisceaux et le groupe fibreux péridesmique qui lui est adossé.* On ne peut donc dire, malgré les apparences, que le faisceau foliaire est « traversé » par l'arc subéreux intermédiaire, ni que celui-ci « se développe à l'intérieur » de ce faisceau. Quand, en effet, cet arc subéreux est constitué, le faisceau foliaire *tout entier* est situé en dedans de lui, et c'est seulement le groupe fibreux péridesmique, adossé au liber, qui est repoussé en dehors avec l'ensemble des trachéides de transfusion et tout le parenchyme foliaire. Dans aucune espèce je n'ai constaté ce « dédoublement », cette « séparation en deux portions du faisceau foliaire » dont parle Sanio, et que Lecomte admet.

Cependant, si l'on s'en tenait aux observations précédentes, on pourrait sans doute conclure que, chez *C. paludosa*, la défoliation n'est que partielle, et que les faisceaux des nervures foliaires restent inclus dans l'écorce de l'axe caulinaire, après que le périderme général du rameau s'est constitué. Mais, il n'en est rien. D'abord, dans l'espèce en question, et dans une seule et même coupe, on peut voir parfois les arcs subéreux intermédiaires suivre un tout autre trajet que celui précédemment indiqué, et passer immédiatement et d'emblée en dedans des faisceaux foliaires en contournant leur bord interne, de manière à séparer complètement de l'écorce les phyllichnies correspondantes : ce sont des arcs subéreux de défoliation qui se sont ainsi produits d'emblée, et de la même façon que dans *C. Cunninghamiana*.

En outre, si l'on examine des rameaux plus âgés de *C. paludosa*,

on constate que les arcs subéreux intermédiaires apparus extérieurement, entre le liber des faisceaux foliaires et les îlots fibreux péridesmiques qui lui sont adossés, ne fonctionnent que temporairement et ne constituent, en quelque sorte, que la phase initiale de l'exfoliation des phyllichnies ; tôt ou tard, en effet, des extrémités de ces premiers arcs se détachent d'autres arcs de phellogène qui s'inclinent en dedans, vers les faisceaux foliaires qu'ils contournent de manière à passer en dedans de leur bord ligneux interne : ce sont, cette fois, des *arcs subéreux de défoliation* qui, en définitive, finissent toujours par s'établir, en dépouillant complètement le rameau de ses phyllichnies ; celles-ci toutefois ne sont pas exfoliées en totalité, nous le savons, car leur portion basilaire reste adhérente à la base de l'entre-nœud.

Ainsi donc, dans ce second cas, réalisé chez *C. paludosa*, les arcs de défoliation proprement dits n'apparaissent que secondairement, après les arcs intermédiaires externes dont ils dérivent et qui, seuls, n'auraient pu produire qu'une exfoliation partielle des phyllichnies. Et, comme dans le cas précédent, ce sont ces arcs de défoliation qui, après avoir exfolié complètement les phyllichnies, contribuent à établir la continuité du périderme général du rameau.

Un troisième cas nous est offert par *C. equisetifolia* (fig. 10). Les formations péridermiques sont ici moins précoces que dans les espèces précédentes. On les voit apparaître dans des rameaux ayant au moins 6 mm. de diamètre, où la couche de bois secondaire atteint une épaisseur de près d'un millimètre. Aussi, par suite de l'extension qu'a dû subir le manchon cortical et qui a eu lieu par le cloisonnement radial et l'étirement tangentiel de ses cellules, les côtes foliaires se sont déformées ; elles ont leur base élargie et sont fortement aplaties. Le parenchyme chlorophyllien *(p)* qu'elles renferment s'est aussi profondément modifié ; ses cellules, après recloisonnement, ont perdu tout caractère palissadique et sont devenues polygonales.

C'est en cet état de développement avancé des formations cambiales (fig. 10), avec les conséquences qu'il entraîne pour les phyllichnies, que l'on voit apparaître au niveau des sillons, et sous l'épiderme qui tapisse leur fond, les arcs phellogènes primitifs *(s)* qui fonctionnent d'abord seuls ; il en résulte la formation rapide de quatre ou cinq assises de liège qui ne font parfois que soulever l'assise

épidermique pilifère *(c)*, sans la déchirer. Mais bientôt les cloisonnements des arcs primitifs s'étendent de chaque côté, ce qui marque le début des arcs subéreux intermédiaires. Ceux-ci suivent donc de très près l'apparition des arcs phellogènes primitifs.

Quel est le trajet de ces arcs subéreux intermédiaires, et quelle position occupent-ils par rapport aux faisceaux foliaires, chez *C. equisetifolia* ? Suivant un premier mode, les choses se passent comme dans *C. Cunninghamiana* ; on observe d'abord la subérification de l'endoderme externe et des assises les plus internes du parenchyme chlorophyllien, ce qui a pour résultat d'isoler celui-ci du fais-

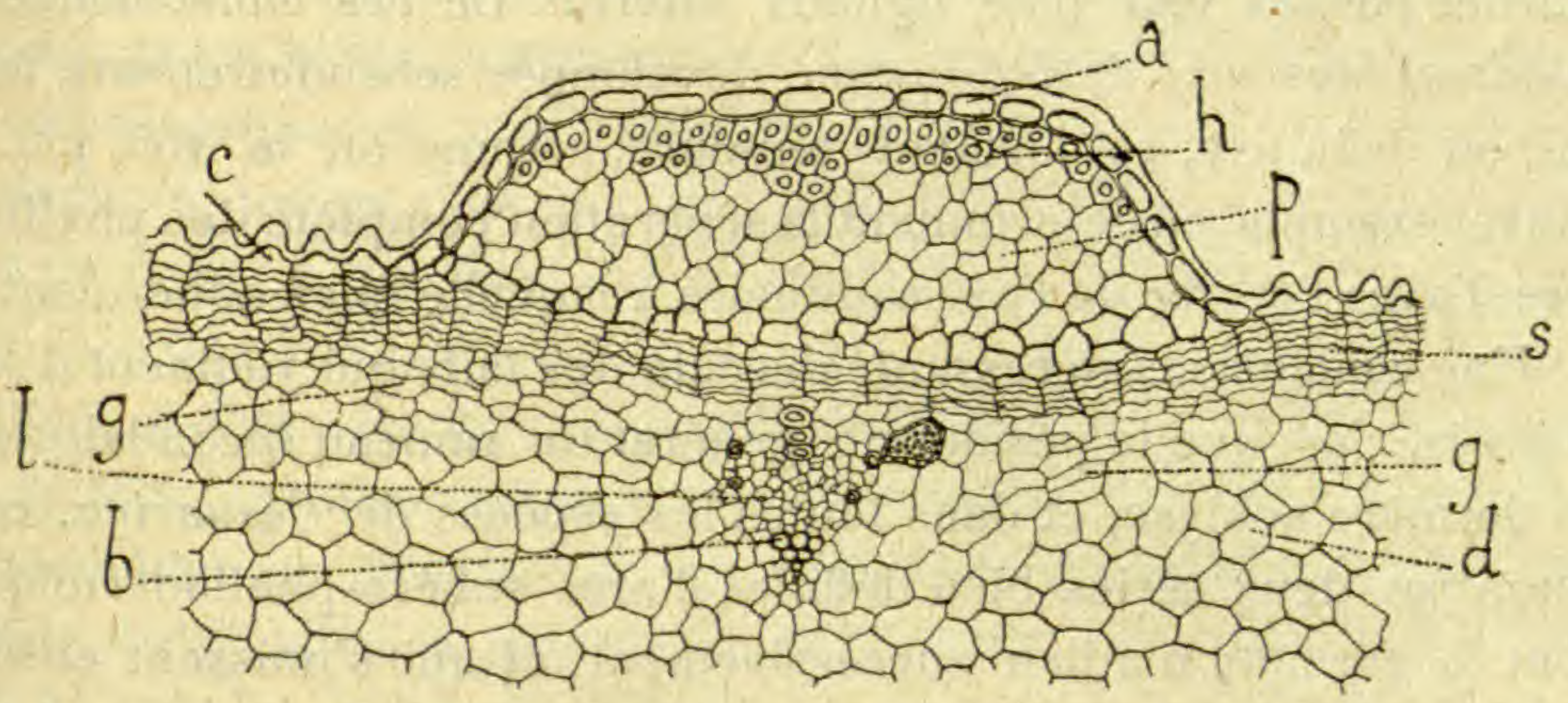


Fig. 10. — Coupe transversale d'un rameau secondaire de *Casuarina equisetifolia* (zone externe à phyllichnies adhérentes). *a*, épiderme de la phyllichnie ; *h*, hypoderme scléreux ; *p*, parenchyme chlorophyllien ; *l* et *b*, liber et bois du faisceau foliaire ; *s*, ensemble des arcs subéreux externes, formés des arcs primitifs développés sous l'épiderme *c* du fond des sillons, et des arcs intermédiaires ; *g*, premiers cloisonnements issus du phellogène externe et marquant le début de la formation des arcs subéreux de défoliation.

ceau foliaire ; puis partant des arcs primitifs, des cloisonnements tangentiels donnant naissance aux arcs intermédiaires se produisent dans l'assise sous-jacente aux arcs de l'endoderme externe subérifié ; ils progressent rapidement pour gagner les faces latérales du faisceau, tout en laissant en dehors d'eux les groupes de trachéides de transfusion ; et enfin ils s'inclinent pour contourner le bord interne ligneux des faisceaux foliaires. Le phellogène qui résulte de ces cloisonnements ne tarde pas à différencier plusieurs assises de liège. Ainsi se sont constitués *d'emblée des arcs subéreux de défoliation.*

Mais un autre mode s'observe fréquemment chez *C. equisetifolia*. Les arcs d'endoderme externe qui correspondent aux côtes foliaires ne se subérisent pas, et c'est dans cet endoderme externe que se

produisent rapidement les cloisonnements tangentiels d'où résultent les premiers arcs subéreux intermédiaires qui isolent le tissu chlorophyllien des faisceaux foliaires (fig. 10), ce qui a pour conséquence de déterminer la dégénérescence rapide de ce parenchyme assimilateur dont le contenu jaunit ou brunit, et dont les membranes s'affaissent et se plissent. Cependant les premiers arcs subéreux situés en dehors des faisceaux foliaires n'ont qu'une activité temporaire et limitée. Dans un rameau un peu plus âgé, on voit de leurs extrémités partir des cloisonnements obliquement dirigés en dedans *(g)*, de manière à longer d'abord les faces latérales des faisceaux pour contourner ensuite leur pôle ligneux interne. De ces cloisonnements résultent des *arcs de défoliation*, développés secondairement, mais qui, en définitive, se forment toujours, comme on le voit par ce nouvel exemple, en déterminant la séparation complète des phyllichnies d'avec l'écorce de l'axe caulinaire à laquelle elles adhéraient.

Une conclusion intéressante découle des faits qui viennent d'être exposés, c'est que le périderme général du rameau secondaire est, en dernière analyse, et dans toutes les espèces de *Casuarina*, constitué par deux séries bien définies d'arcs subéro-phellodermiques dont la formation a lieu successivement, et qui s'unissent ensuite bout à bout : les *arcs primitifs*, qui correspondent aux sillons, et les arcs intermédiaires, qui correspondent aux côtes foliaires du rameau primaire ; ceux-ci, avant de prendre part à la constitution du périderme général, fonctionnent comme *arcs subéreux de défoliation*, dont le développement a pour effet de séparer de l'écorce de l'entrenœud les phyllichnies qui lui étaient adhérentes.

Tout ce qui précède concerne donc la marche relativement rapide des formations péridermiques dans les plantes de provenance exotique.

Chez deux espèces cultivées dans notre région méridionale, *C. equisetifolia* et *C. torulosa (C. tenuissima)*, on observe, dans la formation du périderme, des variations qui sont assez intéressantes en ce qu'elles paraissent se produire sous l'influence d'un climat relativement plus humide ou d'un sol moins aride. Chez les deux plantes considérées, les faits sont d'ailleurs sensiblement les mêmes (fig. 7). Les arcs péridermiques qui apparaissent, comme toujours, les premiers au niveau et sous l'épiderme du fond des sillons, prennent immédiatement une grande activité ; le phellogène qui en résulte

recloisonne ses éléments dans le sens radial, avant de les différencier en liège et en phelloderme, de sorte que ces arcs subéro-phellodermiques primitifs, après avoir provoqué la déchirure de l'épiderme pilifère du fond des sillons, s'étalent sans cesse tangentiellement en suivant l'accroissement de l'axe caulinaire, où les formations cambiales se développent d'une manière continue. Il s'ensuit que les sillons qui séparent les côtes foliaires s'élargissent constamment, et que les côtes elles-mêmes s'éloignent les unes des autres, mais sans se modifier sensiblement dans leur forme et leur structure, car elles ne subissent guère l'influence de l'extension de l'écorce, grâce à l'élargissement continu des sillons. Les phyllichnies, que représentent ces côtes foliaires, peuvent donc conserver ainsi pendant un temps plus ou moins long leur structure et leurs fonctions normales. Cependant, par suite d'un léger étirement tangentiel de la base de ces côtes foliaires, on y observe deux principales modifications ; d'abord les faisceaux qui leur correspondent sont quelque peu aplatis ; ensuite, sur leurs faces latérales, les cellules du tissu palissadique se cloisonnent et s'allongent transversalement, en laissant entre elles de petites lacunes, pour aller se mettre en rapport avec les bords des sillons et les larges plages subéro-phellodermiques qui occupent leur fond. Celles-ci paraissent donc posséder une certaine porosité et favoriser les échanges gazeux dans le rameau secondaire.

Dans ces conditions, les phyllichnies conservent pendant un temps assez long leur organisation et leurs fonctions, même dans un rameau où déjà les formations secondaires sont remarquablement développées. Puis un peu plus tard, dans le prolongement des arcs primitifs, qui seuls fonctionnaient jusqu'alors, comme nous venons de le voir, apparaissent les *arcs subéreux intermédiaires* qui sont d'emblée, dans ce cas, des *arcs de défoliation* passant en dedans des faisceaux foliaires ; de sorte que les phyllichnies sont complètement séparées de l'écorce, qui bientôt se trouve revêtue de son périderme général périphérique. *(à suivre).*

REVUE DES TRAVAUX DE BOTANIQUE
TROPICALE ET SUBTROPICALE
(1910-1919)

par P. CHOUX

(Suite)

Disons encore que dans l'Inde les fleurs du *Bassia latifolia*, riches en sucres et possédant par conséquent une haute valeur nutritive, sont très souvent utilisées. On peut de même en retirer de l'alcool (1).

Il existe également un *Illipé du Tonkin*, le *Cay-sen*, que M. Lemarié a rattaché au genre *Bassia*, peut-être au *Bassia butyracea* (2) et dont l'huile sert pour l'alimentation et pour l'éclairage (3). Dubard avait créé pour ce *Cay-sen* un genre nouveau et en avait fait le *Dasillipe Pasquieri* (4). M. Lecomte a identifié la plante avec l'ancien *Illipe tonkinensis* de Pierre, mais il n'est pas d'avis de conserver le genre *Dasilippe*, non plus que le terme d'Illipé. Il en a donc fait le *Bassia Pasquieri* (5).

(1) DUPORT : *Note sur les Bassia et leurs produits. A propos du Cay-sen du Than-Hoa* (Bull. économ. de l'Indo-Chine, sept.-oct. 1911, p. 849).
The Bassia tree and its products (Bull. of the Imp. Instit., Vol. XVII, n° 3, july 1919, p. 401).

(2) DUPORT : loc. cit.
— LEMARIÉ : *L'Illipé du Tonkin* (Bull. écon. de l'Indo-Chine, mars-avril 1914, p. 208).

(3) GILBERT : *Note sur le Cay-sen de la famille des Elécinées poussant à l'état spontané dans la province de Thanh-Hoa* (id. mai-juin 1911, p. 448).

(4) DUBARD : *Étude botanique du Cay-sen, Dasillipe Pasquieri Dub., Sapotacée à graine oléagineuse de l'Annam* (Ann. du Mus. colon. de Marseille, 21e ann., 3e sér., 1er vol., 1913, p. 92).

(5) LECOMTE : *A propos d'une Sapotacée du Tonkin, le Cay-sen* (Bull. du Museum d'Hist. Nat. de Paris, 1917, p. 547).

Mafouraire

Depuis longtemps le Mozambique exporte sur Marseille des graines de *Trichilia emetica*. D'après M. Lecoq, l'huile de Mafouraire ne peut, en raison de sa richesse en acides gras solides, être employée qu'en stéarinerie (1). Une savonnerie anglaise aurait de même déclaré que la couleur foncée de cette matière grasse la rend peu propre à la fabrication des savons de qualité supérieure (2). Cependant une fabrique d'huile et de savon a été installée à Lourenço-Marqués, absorbant une bonne partie de la production qui auparavant venait en presque totalité à Marseille (3).

Il était intéressant de savoir si les *Trichilia* de l'Ouest Africain pouvaient donner des graines exploitables au même titre que celles de l'Est africain portugais. D'après MM. Ammann et Vuillet (4), un certain nombre de ces graines africaines se rapprochent comme dimensions et comme richesse en matières grasses des Mafouraires du Mozambique. L'Afrique occidentale française pourrait donc exporter chaque année quelques centaines de tonnes de Mafouraires, qui auraient un débouché assuré dans les usines marseillaises.

Olivier

L'Olivier, arbre essentiellement méditerranéen, trouve place dans cette revue, car c'est l'oléagineux le plus important pour l'Afrique du Nord. D'autre part, alors que la production française d'huile d'olive est plutôt en décroissance et de beaucoup inférieure à nos besoins, il semble assez naturel de demander à la Tunisie et à l'Algérie les quantités qui nous manquent. Parmi les travaux sur l'Olivier, nous retiendrons surtout ceux de M. Ruby, qui fut pendant plusieurs années directeur-adjoint du service de l'oléiculture à

(1) Raoul Lecoq : *Sur une méthode d'essai des huiles utilisables en savonnerie. Application aux graines oléagineuses des Méliacées* (Travail cité et analysé par M. Jumelle dans : *Principales recherches sur les fruits et les graines à huile de 1914 à 1917* ; Chimie et industrie, oct. 1919).

(2) Vuillet : *Les oléagineux sauvages de l'Ouest africain : Mafouraire* (Congrès d'agric. col. de 1918, p. 198).

(3) Bull. of the Imp. Inst. Vol. XIV, april-june 1916, p. 294 (d'après Dipl. and Cons. Reps., Ann, sér. 5558, 1916. p. 13).

(4) Ammann et Vuillet : *Graines des Trichilia du Soudan nigérien* (Agronomie col., 2ème Ann., n° 14, 31 août 1914, p. 34).

Marseille et les rapports présentés au Congrès d'agriculture coloniale de 1918.

En 1913, M. Ruby (1) a tenté une classification des variétés d'olives tunisiennes, en prenant pour base certains caractères du fruit, et il a abouti aux conclusions suivantes :

1° Aucune des variétés tunisiennes ne peut être identifiée avec les variétés françaises.

2° Morphologiquement, les olives tunisiennes se distinguent par des formes régulièrement symétriques et surtout par la prédominance des types courts.

3° La proportion de pulpe rapportée au poids total du fruit paraît être dans l'ensemble sensiblement supérieure chez les variétés tunisiennes. Et c'est une condition favorable au rendement en huile, puisque l'huile extraite des olives provient presque exclusivement de la pulpe.

Le second travail de M. Ruby (2) est beaucoup plus important et constitue un document de haute valeur scientifique. L'auteur y fait dans une première partie, l'*étude botanique générale* de l'Olivier. Au sujet de la germination de l'Olivier, il a pu constater que :

1° Le semis d'amandes d'Olivier nues, c'est-à-dire extraites des noyaux, donne des germinations plus rapides et plus sûres que n'importe quel autre mode de semis.

2° Le chauffage des noyaux ou des amandes pendant une heure à l'étuve sèche, ou à des températures comprises entre 40° et 70°, a accéléré la germination et a donné un pourcentage supérieur de plantules.

3° Les meilleures époques de semis de l'Olivier paraissent être le mois de janvier ou le milieu de l'été, à la condition, dans ce dernier cas, qu'il soit possible d'arroser.

Vient ensuite une étude de *morphologie interne et externe* de la plante, puis une *étude physiologique* de la végétation, de la floraison et de la fructification. Les recherches sur la respiration de l'Olivier ont montré des résultats analogues à ceux que MM. Bonnier et Man-

(1) Ruby : *Contribution à l'étude des variétés d'Olives tunisiennes* (L'agricult. prat. des pays chauds, juillet 1913, p. 31).

(2) Ruby : *Recherches morphologiques et biologiques sur l'Olivier et sur ses variétés cultivées en France* (Thèse, Paris, 1918) (Ann. des sciences naturelles, Bot., T. XX, 1917, p. 1.)

gin avaient obtenu en 1885 avec d'autres végétaux. Le phénomène respiratoire est plus intense chez les arbres jeunes, sur un même arbre chez les organes en période de croissance et aux époques où la plante est en pleine activité végétative. L'assimilation chlorophyllienne permet des constatations analogues.

Dans la deuxième partie, consacrée à l'étude des *variations de l'Olivier*, M. Ruby pense que, si la culture provoque des changements assez profonds dans l'aspect des arbres, la conformation des fruits et la productivité et que, si ces changements ont pu faire croire à l'existence de deux espèces, selon que l'on considère l'Olivier cultivé ou l'arbre spontané, ils n'offrent aucun signe de permanence et disparaissent avec les causes qui les ont produites. Aucun signe distinctif n'apparaît donc entre les différentes formes de l'Olivier, cultivées ou non. Aussi doit-on rejeter la division en deux ou plusieurs espèces des Oliviers vivant en France. Ces Oliviers appartiennent à un seul type spécifique, auquel le terme d'*Olea europæa* parait pouvoir s'appliquer. Mais cette espèce unique comprend un très grand nombre de formes parfaitement distinctes et dont l'individualité est absolue. Chacune d'elles constitue donc bien une variété au sens botanique du terme.

Pour la classification de ces variétés françaises, trois organes ont retenu l'attention de l'auteur : les fruits, les noyaux et les feuilles. Pour tous les trois, le caractère qui a servi de base à la première division des tableaux de classification est l'allongement, défini par le rapport existant entre la plus grande dimension longitudinale et la plus grande dimension transversale. La précision du caractère augmente, si l'on passe de la feuille au fruit et du fruit au noyau. C'est effectivement chez ce dernier organe que l'on trouve le plus de fixité dans les caractères et par conséquent les éléments de diagnose les plus sûrs. Le deuxième degré de la classification repose sur la position de la plus grande dimension transversale par rapport à une ligne située à égale distance de la base et du sommet de l'organe considéré. Enfin le troisième critérium est pour les fruits l'aspect du sommet, pour les feuilles la forme du limbe et pour les noyaux le nombre de sillons principaux qui les sculptent, caractère de grande valeur par sa précision et sa constance.

Une monographie des variétés françaises de l'Olivier (une cen-

taine) termine ce travail, qui, outre son intérêt scientifique évident, peut être le point de départ d'utiles améliorations dans le chapitre cultural et vient donc fort à propos au moment où l'arbre qui faisait autrefois la prospérité de la région méditerranéenne est menacé d'une ruine définitive, si la crise qu'il traverse depuis un certain nombre d'années n'est pas conjurée.

Les rapports présentés au Congrès d'agriculture coloniale de 1918 concernent surtout l'intensification de la production. L'exemple de la Tunisie montre clairement que la plantation est le facteur principal du développement de la production. Mais, dans un délai plus rapproché, d'autres moyens sont susceptibles de donner le résultat cherché : greffage des sauvageons, amélioration des façons culturales, méthodes de cueillette moins barbares, application des méthodes industrielles modernes. Et ainsi, l'Olivier, source de richesse déjà grande pour la Tunisie, doit le devenir pour l'Algérie et le Maroc (1).

Jusqu'ici, nous n'avons parlé que des oléagineux qui sont actuellement le plus couramment employés et par suite ont particulièrement retenu l'attention de ceux qui s'intéressent à une meilleure utilisation de nos richesses exotiques. En réalité, nous n'avons fait que mentionner une infime partie des plantes oléagineuses tropicales, car, dans les pays chauds, le nombre des végétaux dont les fruits ou les graines renferment de l'huile est considérable. Le nombre s'en est d'ailleurs particulièrement accru pendant ces dernières années, où la consommation intensive de matières grasses a conduit à ne négliger aucune source possible de ces précieux produits. Nous ne pouvons prétendre cependant signaler ici les innombrables travaux qui ont paru sur ce sujet de 1910 à 1919. Notre tâche plus modeste sera seulement de faire connaître les recherches qui concernent plus spécialement les colonies françaises ou celles qui nous paraissent offrir un intérêt scientifique ou pratique évident, nous bornant à renvoyer le lecteur pour plus de détails aux deux périodiques où ils trouveront le plus de renseignements : *Les Matières grasses* et le *Bulletin of the Imperial Institute*.

(1) F. de Roux : *Rapport général de la section des oléagineux*, p. 59 et les divers rapports sur l'olivier (p. 553-581) (Congrès d'agric. col. de 1918).

Beaucoup de PALMIERS, et notamment beaucoup de Palmiers américains, sont susceptibles de donner des huiles se rapprochant beaucoup de celles que nous fournissent le Cocotier et le Palmier à huile.

Le Palmier cohune, ou *Attalea Cohune*, qui est particulièrement abondant au Honduras britannique, au Guatémala et dans la république de Honduras, possède une amande d'où l'on peut extraire une huile, qui ressemble à celle de coco et plus encore peut-être à celle de palmiste (1).

Même constatation pour les noix de *Babassu* du Brésil reçues par l'Imperial Institute en 1917 et considérées comme provenant de l'*Attalea funifera* (2).

L'huile du Palmier *gru-gru* ou *Acrocomia sclerocarpa* des Indes occidentales et de l'Amérique du Sud, notamment du Paraguay, ressemble aussi à l'huile de coco et à l'huile de palmiste (3).

L'*Astrocaryum vulgare*, dont les noix sont connues commercialement sous le nom de *large Panama* (4), donne une huile de couleur crème, ressemblant au point de vue chimique à celle de palmiste. La même espèce serait connue à la Guyane française sous le nom de Palmier *aouara* (5) et le fruit de cet *Aouara* possède un péricarpe

(1) *Cohune nuts from the British Honduras* (Bull. of the Imp. Inst., april-june 1913, vol. XI, n° 2, p. 226).
Cohune nuts from British Honduras (id., vol. XII, n° 2, april-june 1914, p. 237).
Mooris dans *La Hacienda*, sept. 1916 (D'après Inst. Intern. d'Agric., Bull. rens. agric., déc. 1916, n° 1280).

(2) *Some new oil seeds : Babassu Kernels* (Bull. of the Imp. Instit., jan. 1917, V.XV, p. 38). On sait maintenant que le *Babassu* du Brésil est l'*Orbignia speciosa*.

(3) *Some new or little known oil-seeds and oils : Gru-gru nuts and Kernels from the West Indies* (id., oct.-déc. 1913, n° 4, p. 572).
Les amandes du Palmier gru-gru (Acrocomia sclerocarpa) à la Trinidad (Departm. of Agric. Trinidad and Tobago, oct. 1913) (Analysé dans Inst. Intern. d'Agric., Bull. rens. agric., janv. 1914, n° 28).
KNAPP dans The J. of the Soc. of Chemic. Industry, janv. 1914 (Analysé dans I. I. d'Agr., B. rens. agric., mars 1914, n° 237).
Some new oil seeds : Paraguay Kernels (Bull. of the Imp. Institute, jan. 1917, p. 41).

(4) *Some new oil seeds : Tucan or Large Panama nuts* (id. janv. 1917, p. 40).

(5) Dans un ouvrage récent sur « *Les Huiles végétales* » (Baillière, 1921) M. Jumelle pense que l'*Aouara* est plutôt l'*Astrocaryum aculeatum*. Notons, à ce propos, que nous reproduisons en général les noms spécifiques, tels qu'ils sont donnés par les auteurs eux-mêmes dans leurs mémoires, mais que, dans l'ouvrage que nous venons de citer, M. Jumelle a été amené à mettre en doute et même à modifier plusieurs de ces déterminations.

huileux, dont on extrait une huile de couleur rouge brun, très analogue à l'huile de palme. MM. Hébert et Heim (1) ont pu obtenir le blanchiment de cette huile par divers procédés chimiques, alors que des tentatives d'hydrogénation (2) sont restées à peu près sans résultat.

C'est encore une huile ressemblant à l'huile de palme, bien qu'elle en diffère au point de vue de sa composition chimique, que l'on peut extraire du péricarpe des fruits du Palmier *cokerite* de la Guyane anglaise, le *Maximiliana regia* (3), alors que les graines fournissent une huile voisine de celle de palmiste et de coco.

Citons aussi l'*Elæis melanococca* (4) de l'Amérique sud-tropicale, le Palmier *noli* de la Colombie, dont le péricarpe, s'il donne une huile jaune orange liquide, est trop mince pour donner lieu à une exploitation et dont les amandes, seules intéressantes, fournissent une huile ressemblant à l'huile de palmiste.

Mentionnons enfin l'*Orbignia speciosa*, dont on utilise les graines oléagineuses au Brésil pour l'extraction de l'huile (5) et le *Scheelea excelsa* de la Colombie, dont l'huile est assez semblable à celle de coco (6).

L'intérêt de toutes ces huiles de Palmiers, c'est qu'un certain nombre paraissent pouvoir être utilisées dans l'industrie des graisses végétales alimentaires. Malheureusement, la dureté des noyaux rend difficile l'utilisation de plusieurs de ces graines oléagineuses *(Attalea Cohune, A. funifera, Maximiliana regia)* et l'étendue de la zone de distribution complique la récolte (7).

(1) Hébert et Heim : *Essais de décoloration de divers corps gras des colonies françaises. Blanchiment de la graisse de péricarpe de l'Aouara de la Guyane.* (Bull. de l'Off. col., mars 1915, n° 87).

(2) Hébert et Heim : *Essais d'hydrogénation catalytique des matières grasses des colonies françaises* (Bull. de l'Off. colonial, mai 1915, n° 89.)

(3) *Cokerite fruits aud oil from British Guiana* (Bull. of the Imp. Inst., vol. XIV, n° 1, jan.-march 1916).

(4) *The fruit of the south American Noli palm as a source of oil* (id., april-june 1919, n° 3, p. 186).

(5) Chacaras e Quintaes : San Paulo, 15 sept. 1915 (D'après Inst. Intern. d'Agric., Bull. rens. agric., etc., déc. 1915, n° 1286).

(6) *A New Palm nut from Colombia* (Bull. of the Imp. Inst., vol XV, n° 4, oct.-déc. 1917, p. 479).

(7) Richards et Dorothy dans The Analyst, févr. 1917, (D'après Inst. Intern. d'Agric., Bull. rens. agric., etc, avril 1918, n° 465.)

Parmi les APÉTALES, nous ne citerons que le *Dilobeia Thouarsii* la seule plante oléagineuse connue de la famille des Protéacées. C'est un arbre du versant oriental de Madagascar, dont les graines fournissent une substance grasse, depuis longtemps utilisée par les Tanala (1).

Le Cotonnier et le Cacaoyer ne sont pas les seules MALVACÉES à graines oléagineuses. Les graines de Kapokier fournissent une huile, susceptible de la plupart des applications de l'huile de coton. Malheureusement, en Indo-Chine, les graines oléagineuses de l'*Eriodendron anfractuosum* et du *Bombax malabaricum* demeurent sans emploi (2), tout comme celles du *Bombax buonopozense* en Afrique occidentale (3). Cependant, les analyses faites au jardin colonial ont montré que les graines de nos Kapokiers coloniaux sont aussi riches en huile que celles des *Eriodendron* de Java, qu'utilisent les Hollandais et les Anglais.

L'huile de *Sterculia fœtida* est bien connue en Indo-Chine (4), où elle est employée surtout pour l'éclairage. Une huile provenant du Tonkin s'est montrée apte à être employée dans la préparation des factices, après chauffage en présence de chlorure de soufre ou de soufre, mais non utilisable dans la préparation des vernis (5).

Au contraire, l'huile siccative du *Da* (*Hibiscus cannabinus*), plante textile sur laquelle on fonde de grands espoirs en Afrique occidentale, pourrait trouver un débouché dans l'industrie des couleurs et des vernis (6).

Quand aux *Baobabs*, si à Madagascar l'*Adansonia Grandidieri* donne une huile parfaite, utilisée par les indigènes, qui pourrait servir comme huile à manger, en margarinerie et dans la savon-

(1) H. JUMELLE : *Deux arbres à graines grasses de Madagascar* (J. d'Agric. trop., août 1913, p. 250).

(2) CREVOST : *Plantes oléifères de l'Indo-Chine* (Bull. écon. de l'Indo-Chine, nov-déc. 1917, p. 577).

(3) VUILLET : *Les oléagineux sauvages de l'Ouest-africain* (Congrès d'Agric. col., 1918, T. II, p. 204).

(4) CREVOST : *loc. cit.* (p. 582).

(5) HEIM : *Utilisation de l'huile de Sterculia fœtida dans la préparation d'huiles oxydées pour vernis et d'huiles sulfurées pour factices* (Bull. de l'off. col., août-sept. 1916, p. 348.)

(6) VUILLET : *Contribution à l'étude du Da des Somonos* (L'Agron. col., n° 6, déc. 1913, p. 161).

nerie fine (1), des graines d'*Adansonia digitata* de l'Est africain anglais se sont montrées trop pauvres en huile pour pouvoir être l'objet d'un commerce (2) et la faible teneur en huile des graines de nos variétés sénégalaises enlève de même tout intérêt à la question (3).

« L'HUILE DE THÉ » est produite le plus souvent, non pas par l'arbre à thé, mais par des espèces voisines, le *Camellia Sasanqua*, cultivé par les Chinois, dont l'huile ne serait pas susceptible d'être employée dans l'alimentation, en raison de la présence d'une saponine (4) et le *Camellia drupifera* de l'Indo-Chine (5) — qui n'est peut-être d'ailleurs qu'une variété de l'espèce précédente — dont l'huile bien préparée constituerait une excellente huile de table et qui même, d'après M. Crevost, entre dans l'alimentation indigène (6).

Les GUTTIFÈRES renferment plusieurs espèces oléagineuses intéressantes. Dans l'Inde (7) et en Indo-Chine (8), c'est le *Calophyllum inophyllum*, qui donne une huile utilisée pour l'éclairage et que les industriels anglais ont reconnue d'excellente qualité pour la savonnerie. Au Tonkin, c'est le *Cay-doc* ou *Garcinia tonkinensis*, dont l'huile, d'après le Dr Heim, est un mélange de matière grasse vraie et d'oléo-résine, la première paraissant assurée de jouer un rôle dans les savonneries européennes (9). Sur le versant oriental de Madagascar, ce sont diverses espèces de *Symphonia* (10), dont les

(1) REY : *Notice sur l'huile de Baobab* (Bull. écon. de Madagascar, 2me sem. 1912, p. 135).

(2) *Baobab fruits and seeds from the East Africa protectorate* (Bull. of the Imp. Inst., vol. XI, oct. 1913, p. 583).

(3) Y. HENRY : *Matières grasses secondaires : Baobabs* (Mat. prem. afric., T. I, Larose, 1918, p. 394).

(4) *Tea seed oil and Tea-seed cake* (Bull. of the Imp. Inst., vol. X, july 1912, p. 234).

(5) BOUVELOT : *Contribution à l'étude chimique du fruit de Camellia drupifera Lour.* (Bull. écon. de l'Indo-Chine, mars-avril 1918, p. 232).

(6) CREVOST : *loc. cit.* (p. 573).

(7) *Some new or little-known oil-seeds and oils : Calophyllum inophyllum seeds and Kernels from India* (Bull. of. the Imp. Instit., oct.-déc. 1913, p. 563).

(8) CREVOST : *loc. cit.* (p. 567).

(9) HEIM : *Contribution à l'étude de l'huile de Cay-doc du Tonkin, Garcinia Tonkinensis* (Bull. off. col., p. 426, oct.-nov. 1916).

(10) H. JUMELLE et H. PERRIER DE LA BATHIE : *Quelques Symphonia à graines grasses de l'Est de Madagascar* (L'Agric. prat. des pays chauds, juillet 1912, p. 12).

indigènes utilisent les graines pour l'extraction de l'huile. Parmi ces huiles, celles de *Symphonia lævis* et de *S. Louveli* paraissent convenir en savonnerie et en stéarinerie. Il est donc regrettable que le déboisement continuel du versant oriental de Madagascar réduise le nombre des arbres producteurs. (1) En Afrique occidentale, le *Pentadesma butyracea* ou *Lamy* est un grand arbre, que l'on rencontre du Congo à la Casàmance. Les indigènes savent extraire de ses graines une matière grasse qu'ils utilisent pour la préparation de leurs aliments, au même titre que le beurre de Karité. D'autre part, en 1914, l'huilerie Magnan à Konakry a pu préparer une graisse de *Pentadesma* de tout premier ordre (2). Cependant, le peu d'importance des peuplements (3) ne permet pas de fonder de grands espoirs sur cet oléagineux de nos colonies d'Afrique (4).

Plus intéressant serait le *Méné* ou *Lophira altata*, Diptérocarpee de l'Afrique tropicale, rappelant le Karité par son port et son feuillage et dont l'huile, si elle ne peut être alimentaire, trouverait son principal emploi en savonnerie (5).

(1) Hébert : *Sur quelques nouvelles graines oléagineuses coloniales* (J. d'Agric. trop., déc. 1913, p. 361).

(2) Y. Henry : *Matières grasses secondaires : Pentadesma butyracea* (loc. cit. p. 383).

(3) Vuillet : *Les oléagineux sauvages de l'Ouest Africain* (Congrès d'Agric. col., 1918, T. II, p. 196).

(4) *Some new or little known oil-seeds and oils : Pentadesma butyracea fruits and Kernels from West-Africa* (Bull. of the Imp. Inst., oct.-déc. 1913, p. 569).
New oil seeds from Sierra Leone (id., Vol. XVI, jan.-march. 1918, p. 35).

(5) *Lophira oil-seeds from West Africa* (id., Vol. X, july 1912, p. 228).
Y. Henry : *M. gr. s. : Lophira alata* (loc. cit. p. 391).
Vuillet : *loc. cit.* (p. 195).

(à suivre).

REVUE DES TRAVAUX
DE
PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE
PUBLIÉS DANS LE COURS DES ANNÉES 1910-1919

2me Partie : MÉSOZOÏQUE
(du Trias au Wealdien inclus)

par M. A. CARPENTIER

On a souvent désigné sous le nom d'*ère des Gymnospermes* la période qui s'étend du Trias au Jurassique supérieur. René Zeiller, dans un article synthétique sur les progrès de la paléobotanique de l'ère des Gymnospermes (1), a fait justement observer que sous ce terme on a essentiellement en vue les deux classes des Cycadinées et des Conifères et de plus qu'on ne peut plus aujourd'hui attribuer à ces expressions (ère ou règne des Gymnospermes d'une part et ère des Cryptogames vasculaires d'autre part) la valeur absolue que pendant si longtemps on leur a attribuée.

Vers la fin du paléozoïque (Dévonien supérieur, Carbonifère), les Cryptogames vasculaires sont bien représentées par les Equisétinées et les Lycopodinées arborescentes, comme aussi par les Fougères anciennes (Botryoptéridées, Zygoptéridées). Mais en même temps se développent des plantes à graines, des Gymnospermes inférieures (Ptéridospermées, Cordaitales).

Durant la période dont il va être question, certains groupes de Gymnospermes apparaissent et s'épanouissent : les Cycadophytes (Bennettitales), les Coniferales, les Ginkgoales et dans ce sens on

(1) R. Zeiller in *Progressus rei Botanicæ*, II, 1, pp. 171-226, 1907.

peut parler d'une ère des Gymnospermes, à la condition d'ajouter que certaines Cryptogames vasculaires, les Filicales, ont alors réalisé un remarquable développement.

Suivant le même ordre que dans la première partie on va d'abord mentionner les travaux relatifs aux végétaux inférieurs (Algues, Champignons, Characées, Muscinées). On passera ensuite à l'analyse des notes ou mémoires descriptifs des flores successives ; un dernier chapitre sera consacré aux recherches strictement botaniques, qui intéressent spécialement les *Filicales* et les Gymnospermes (*Cycadales*, *Bennettitales*).

I. — ORGANISMES PROBLÉMATIQUES ET VÉGÉTAUX INFÉRIEURS.

§ A. — Algues et organismes problématiques.

Dans son important mémoire sur la flore fossile du Trias lorrain, P. Fliche (1) a décrit plusieurs corps problématiques dans le Muschelkalk et le Keuper. Certains de ces corps sont tellement localisés qu'ils peuvent à l'occasion rendre quelques services aux géologues stratigraphes : tels les *Bactryllium*, très petits corpuscules en forme de bâtonnets, dans lesquels Fliche voit des restes d'êtres organisés ; il en signale la présence dans le Muschelkalk et la fréquence dans le Keuper en Lorraine ; d'après les observations de Heer, ils semblent être restés communs dans le Rhétien (Suisse). Tels encore les *Spongillopsis*, corps cylindriques relevés de fines arêtes plus ou moins irrégulières ; Zeiller les a d'abord signalés dans le Permien de Brive, Potonié les a remarqués dans le Permien de Thuringe, Fliche les a découverts dans le Muschelkalk de Meurthe-et-Moselle et des Vosges. La vraie nature de ces corps nous échappe ; ce ne sont pas des algues. Même s'il était prouvé que certains se ramifient, on ne devrait pas écarter l'hypothèse de pistes. M. Ch. Fraipont (2) a en effet constaté, dans une série d'expériences poursuivies à la station

(1) P. Fliche : Flore fossile du Trias en Lorraine et en Franche-Comté, avec des considérations finales par M. R. Zeiller ; 297 pages, 27 pl. ; chez Berger-Levrault, Nancy, 1910.

(2) Ch. Fraipont : Essais de paléontologie expérimentale (*Geol. Fören. Förhandl.*, XXXVII, H. S., pp. 435-451 ; Mai 1915).

zoologique de Naples, que les vers produisent dans les sédiments des traces ramifiées semblables à certains *Chondrites*. C'est par des pistes d'animaux marins que M. Kryschtofowitsch explique des empreintes de *Taonurus* ou de *Spirophyton* du Jurassique du golfe d'Ussuri (1).

Fliche écarte cette dernière interprétation pour des corps filiformes, flexueux, qu'il a trouvés fixés sur un test du calcaire coquillier et qu'il a décrits sous le nom de *Chondrites subprodromus*. Il est d'avis que les *Chondrites* triasiques ne sont pas des algues.

Par contre il classe parmi les algues des empreintes qui lui paraissent présenter de grandes analogies avec des espèces actuelles. Le *Rivularites repertus* n. gen. et sp., provenant du Keuper des Vosges, ressemble beaucoup aux *Rivularia* (*Cyanophycées*). Les algues vertes, qui ont joué durant le Permien et le Trias un rôle prépondérant, suivant la remarque de Mme Paul Lemoine (2), ne sont représentées que par le *Diplopora lotharingica* Benecke, du Muschelkalk moyen. Des empreintes recueillies à la partie supérieure du Trias moyen paraissent offrir de telles ressemblances avec les *Chorda* et les *Cystoseira* actuels que Fliche les range parmi les *Phéophycées* sous les noms de *Chordites* et de *Cystoseirites*. Cependant dans l'ignorance où l'on est de la structure et des fructifications de ces organismes, il convient de n'accepter ces assimilations qu'avec la plus extrême réserve. Le genre *Lomentaria* (*Rhodophycées*) n'étant pas encore signalé à l'état fossile, il serait extrêmement intéressant d'affirmer que le *Lomentarites* du grès bigarré lui est identique. De remarquables analogies existent entre les espèces actuelles et l'espèce fossile ; elles ont été constatées par l'éminent algologue Bornet ; mais dans ce cas encore on ne sait rien de l'organisation intime et des fructifications. Il faut d'ailleurs en dire autant de beaucoup de soi-disant algues du paléozoïque.

— On connaît depuis longtemps les *Diplopora* et les *Girvanella* des calcaires triasiques alpins. Après Gümbel et Zittel, M. Barret (3)

(1) A. N. Kryschtofowitsch (*Bull. Com. Géol. St-Petersbourg*, XXX, pp. 478-486 ; pl. XII, XIII, 1911).

(2) Mme Paul Lemoine : Les algues dans la formation des dépôts calcaires. (*Rev. gén. des Sciences*, 30 août 1911, pp. 645-650).

(3) A. Barret : Contribution to the study of the *Siphoneæ verticillatæ* of the Calcare de Villanova-Mondovi (*Atti. Soc. Ital. Sc. nat. e Mus. civit. St. Nat. Milano* LVIII, pp. 216-236, 1919) — R. Pampanini in *Botanical Abstracts*, V, 1, p. 95, August 1920.

a repris l'étude des algues des calcaires de Mondovi, de Villanova (Piémont). Les *Diploporidées* y sont représentées par *Kantia debilis* Gumb., *K. dolomitica* Pia, *Tentlosporella gigantea* Pia. Suivant l'opinion généralement admise le calcaire de Mondovi se place au niveau du Muschelkalk.

Il résulte des recherches de MM. Cayeux, Négris, Renz (1) que les *Gyroporelles* étaient répandues durant le Trias dans les Cyclades et en Grèce.

M. Cayeux (2) a signalé des algues Siphonées extrêmement voisines du *Gyroporella vesiculifera* Gümbel, du Trias, dans un calcaire de l'île de Mykonos, à l'est de l'Archipel grec.

M· Negris (3) a découvert des Gyroporelles au Laurium et au mont Hymette dans des terrains cristallins, modifiés par le métamorphisme, rapportés par M. Lepsius au Crétacé inférieur et dont l'âge triasique avait été présumé par M. Renz. Des calcaires cristallins à Gyroporelles, au Nord du Lycabète, sont également rapportés au Trias par M. Négris (4).

Une algue calcaire du groupe des *Dasycladées* et provenant du *Bathonien moyen* de Mamers (Sarthe) a d'abord été identifiée par Lignier au *Gyroporella vesiculifera* Gumbel et a été plus récemment attribuée au genre *Goniolina* par le même auteur (5).

— Le calcaire Sinémurien de Rimogne (Ardennes) a fourni à Fliche (6) des thalles, fortement incrustés de carbonate de calcium et dont il a pu étudier la structure après emploi de réactifs oxydants. Les cellules ressemblent à celles des *Fucus*; les thalles sont comparables par leur section cylindrique, par leurs fructifications unilatérales, au *Scythothalia dorycarpa* Grev. d'Australie. Ce serait,

(1) C. Renz in *Centralbl. f. Miner.* 1911, pp. 255-289; 1912, p. 67 — *Jahrb. österr. geol. R. A.*, LX, pt. III, p. 451, 1910.

(2) L. Cayeux : Existence de calcaires à Gyroporelles dans les Cyclades (*C. R. Ac. Sc.*, t. CLII, pp. 292-293; janv. 1911).

(3) Ph. Negris : Sur l'âge des formations cristallines de l'Attique (*C. R. Ac. Sc.*, t. CLIV, pp. 1743-1745; juin 1912).

(4) Ph. Negris : Sur l'âge des schistes d'Athènes (*Ibid.* pp. 1838-1840; juin 1912).

(5) O. Lignier in *Mém. Soc. linn. Normandie*, XXIV, p. 6, pl. I, fig. 8, 1909; *ibid.* 1913, pp. 70-72, Fig. 1 dans le texte.

(6) P. Fliche : Sur une algue fossile du Sinémurien (*C. R. Ac. Sc.*, CXLVIII, pp. 210-212; janv. 1909).

d'après P. Fliche, la plus ancienne fucacée qui soit connue à structure conservée.

— Les *Corallinacées* jurassiques sont représentées par les espèces suivantes, comme le note Mme Paul Lemoine (1) : *Solenopora jurassica* Nich., dans la grande Oolithe (Gloucestershire) et le Coral-rag (Yorkshire) ; *Solenoporella* sp. Rothpletz, du Coral-rag du Yorkshire ; *Lithothamnium jurassicum* Gumbel, de la zone à *Peltoceras bimammatus* de Franconie ; *Metasolenopora Rothpletzi* Yabe, du Jurassique supérieur de Torinosu, Japon.

Dans un article synthétique de M. Garwood (2) que nous avons déjà eu l'occasion de citer, soulignons quelques observations : les *Solenopora* mésozoïques ont une taille relativement plus grande que les *Solenopora* paléozoïques ; il importe de distinguer le *Solenopora jurassica* Nicholson, de la Grande Oolithe de Chedworth, d'avec le *Solenoporella* sp. Rothpletz (3) ; dans ce dernier cas les cellules sont arrondies sur les sections tangentielles du thalle, tandis que chez le *S. jurassica* les cellules sont très serrées et polygonales. La découverte annoncée par M. Yabe (4) d'une forme voisine des *Solenopora* dans le calcaire de Torinosu (Jurassique supérieur du Japon), est d'un réel intérêt. Le genre *Metasolenopora*, dans l'opinion de M. Yabe, établit en effet une transition entre les *Solenopora* et les *Lithothamnium*. Le genre *Solenopora* ou une forme voisine a donc persisté jusqu'au début du Crétacé.

§ B — Champignons.

M. David Ellis (5) a signalé des hyphes de champignons dans différents minerais de fer de Grande Bretagne. Le *Phycomicites* de

(1) Mme Paul Lemoine : Contribution à l'étude des Corallinacées fossiles (*Bull. Soc. géol. de France*, 4e sér., XVII, pp. 244-245 ; 1917).

(2) E. J. Garwood : On the important part played by calcareous Algæ at certain geological horizons, with special reference to the palæozoic rocks (*The Geological Magazine*, N. S., Dec. vol. x, pp. 549-551 ; décemb. 1913).

(3) Rothpletz : Ueber Algen und Hydrozoen in Silur von Gotland und Œsel (*Kungl. Svensk. Vetenskaps. Handlingar*, XLIII, n° 5, p. 10 ; pl. ii, fig. 5, 6 ; 1908).

(4) Yabe : Ueber einige Gesteinbildende Kalkalgen von Japan und China (*The Sc. Report. Tohoku Imper. Universit. Sondaï, Japan*, 2e ser., Geology, I, n° 1, p. 2 ; pl. i, fig. 2-5 ; 1912).

(5) David Ellis : Fossil microorganisms from the Jurassic and Cretaceous rocks of Great Britain (*Proc. Roy. Soc. Edinburgh*, XXXV, pt I, n° 10, 1915) — On the jurassic fungus, *Phycomycites Frodinghamii* (Ellis). (*The Geol. Magazine*, Dec. VI, vol. IV, n° 3, pp. 102-108 ; pl. vii ; March 1917).

Frodingham (Lincolnshire), du lias inférieur, a des hyphes continues et des sporanges terminaux. Ce champignon aurait eu la faculté de précipiter le fer, rôle dévolu d'ordinaire à certaines bactéries (1). M. Ellis a remarqué des filaments d'un organisme, qu'il compare aux *Actinomyces* actuels, dans le calcaire ferrugineux de Dunliath (Oolithe inférieure).

P. Fliche (2) a remarqué sur des feuilles de *Clathrophyllum*, dans le Keuper des Vosges, les périthèces d'un champignon qui rappelle beaucoup le *Xylomites zamitæ* Gœppert, du Rhétien; ce *Xylomites zamitæ* a attiré l'attention de Braun (1849) et de M. Schüster (3). On l'observe sur les pédoncules, les inflorescences du *Weltrichia mirabilis* et sur les feuilles d'*Otozamites*. Il s'agit de périthèces de *Pyrénomycètes*, suivant l'opinion de M. Schuster; le *Xylomites asteriformis* Fr. Braun serait à comparer à certains genres de *Microthyriacées* actuelles.

§ C. — Characées.

« Elles s'échelonnent, écrit M. Cayeux (4), dans la série des temps géologiques depuis le Muschelkalk compris jusqu'à l'époque actuelle... On signale leur présence dans le Bajocien, l'Oxfordien, le Purbeckien, le Néocomien... Il est certain qu'au Purbeckien elles sont très répandues, ainsi qu'en témoignent les très beaux matériaux recueillis au Salève par E. Joukowski et J. Favre (5). » D'après Zeiller (1907) les premiers oogones vraiment authentiques de Characées ont été signalés par de Saporta et sont d'âge oxfordien.

Clément Reid et M. J. Groves (6) ont donné une note préliminaire sur les Characées du Purbeckien anglais. Ils ont découvert à

(1) Cf. E. C. Harber : Iron-depositing bacteria and their geologic relations (*U. S. Geol. Surv. Prof. Pap.* 113, 89 pages, 14 fig. 12 pl. 1919).

(2) P. Fliche : *op. cit.*, 1910, p. 42.

(3) J. Schuster : Weltrichia und die Bennettitales. (*Kungl. Svenska Vetenskaps. Handl.*, XLVI, N° 11, p. 18, Taf. 4, Fig. 6, Textfig. 6 ; 1911).

(4) L. Cayeux : Introduction à l'étude pétrographique des roches sédimentaires. (*Mémoires. Carte géologique de France*, 1916, pp. 346-351. Impr. nationale, Paris).

(5) E. Joukowski et J. Favre : Monographie et paléontologie du Salève (Haute-Savoie), 1913, pl. xiii.

(6) Cl. Reid and J. Groves : Preliminary report on the Purbeck Characeæ (*Proc. Roy. Soc.*, B, vol. 89, pp. 252-256, pl. viii, 1916).

Dorset de nombreux débris de tiges et des oogones, en particulier dans un calcaire compact qu'ils ont débité en lames et traité par l'eau acidulée, faisant apparaître les tiges et les oogones plus résistantes. Ils ont reconnu l'existence de quatre genres et de sept ou huit espèces. Le genre nouveau de *Characées* qu'ils décrivent sous le nom de *Clavator* est remarquable par les nœuds claviformes de sa tige, par la production sur la tige et ses rameaux d'excroissances claviformes fasciculées et par la présence d'une sorte d'utricule enveloppant l'oogone. Il est intéressant de noter que Reid et M. Groves admettent comme démontrée la présence des *Nitellées* dans le Purbeckien.

§ D. — Muscinées.

Dans les revues que M. Seward (1) a fait paraître sur la flore jurassique du Yorkshire et sur les flores wealdiennes en général, il rappelle la présence d'empreintes de *Marchantites* dans ces flores ; mais l'absence de fructifications et de spécimens à structure conservée ne permet pas d'admettre comme démontrée l'existence des *Marchantiacées* (*Hépatiques*) dans les terrains qui nous occupent. Des empreintes ont été comparées aux *Marchantites* par M. Halle dans un mémoire sur les flores de la Patagonie et de la Terre de Feu, mémoire dont nous donnerons l'analyse détaillée. Elles proviennent de la vallée du Rio Fôsiles (Patagonie), des couches de transition du Jurassique au Crétacé. Leur vraie nature ne peut être pour l'instant déterminée.

II. — CRYPTOGAMES VASCULAIRES ET GYMNOSPERMES

§ A. — Études des flores

Les travaux relatifs aux flores triasiques et rhétienne seront analysés dans la première partie de ce chapitre. La deuxième partie traitera des flores jurassiques : Infralias et Lias ; Bajocien et Bathonien ; Suprajurassique (du Callovien au Purbeckien). Les notes ou

(1) A. C. Seward : The Jurassic Flora of Yorkshire (*The Naturalist*, Jan. and Febr. 1911) — Wealden Floras (*Hastings and East Sussex Naturalist*, II, N° 3, p. 132, 1914).

mémoires parus sur le Wealdien feront l'objet d'un troisième paragraphe.

a. Trias et Rhétien

Les rapports de la flore triasique d'Europe avec la flore permienne sont difficiles à préciser ; d'une part la végétation du Permien supérieur n'est pas bien connue et d'autre part la série triasique à faciès continental est constituée à sa base de poudingues et grès grossiers sans fossiles et les plantes sont mal conservées dans les grès du *Bunter*.

Nous verrons que plusieurs mémoires sur le Trias de l'Est de la France ou de l'Allemagne occidentale ont apporté des précisions sur la persistance de quelques genres appartenant à certaines familles de Ptéridophytes paléozoïques (*Lepidodendrées, Psaronius, Asterotheca,*) comme aussi de quelques Gymnospermes primitives (*Cordaitales*).

On sait peu de choses sur les Ptéridospermées triasiques ; il est possible que le genre *Glossopteris* et les *Nevropteridium* en fassent partie et que certaines inflorescences, étudiées par M. Krasser et provenant du Keuper de Lunz (Basse-Autriche), appartiennent à des Gymnospermes primitives.

Les Cycadophytes qui ont apparu dès le Permien supérieur (g. *Pterophyllum, Plagiozamites, Sphenozamites*) sont représentées par plusieurs genres dans la flore du Grès bigarré (g. *Pterophyllum*, g. *Zamites*). Les Filicinées ou plantes filicoïdes (g. *Tæniopteris*) abondent dans le *Keuper* de Lunz avec les empreintes de *Pterophyllum*.

Le genre *Voltzia* (Conifère) a déjà apparu au Permien supérieur ; on en trouve par places (Vosges) des empreintes assez nombreuses dans le Grès bigarré.

« La flore du Keuper se montre étroitement alliée à celle du Rhétien qui n'en est pour ainsi dire que la continuation, mais qui s'en distingue cependant par la présence d'un certain nombre de types non encore observés dans la flore triasique, tels, par exemple, que les *Pterozamites*, les *Anomozamites*, les *Nilssonia* parmi les Cycadinées, les *Palissya* et les *Stachyotaxus* parmi les Conifères. » Cette remarque de Zeiller sur la flore du Trias lorrain peut s'étendre au Trias d'Europe : la flore rhétienne, avec quelques genres qui lui

sont propres, continue et développe celle du *Keuper*; dans la pratique il est souvent difficile de les séparer (1).

La flore permo-triasique du continent de Gondwana est pauvre et peu variée. Vers la fin du Trias, au Trias-Rhétien, en certains points de ce continent apparaît une flore bien plus riche que la flore permo-triasique à *Glossopteris, Cordaites, Schizoneura.* Cette flore plus récente, recueillie en Australie, dans le Queensland, la Nouvelle Galles du Sud, qui compte plusieurs espèces du genre *Thinnfeldia* (*Dicroidium* Gothan), le *Danæopis Hughesi*, des *Ginkgoales* etc..., est classée par M. Walkom dans le Trias-Rhétien et passe insensiblement à la flore jurassique, comme les flores du Rhétien d'Europe. Au contraire dans l'Inde, suivant les remarques de M. Sahni (2), la flore du complexe Trias-Rhétien est dans son ensemble pauvre, uniforme, à faciès paléozoïque marqué, même dans l'étage supérieur, dit de Parsora, que M. Cotter rattache au Rhétien (3); mais au-dessus de l'*Etage de Parsora* et dès la base du *Gondwana supérieur* la flore se modifie brusquement.

Angleterre. — Les fossiles du Trias anglais sont très rares et paraissent confinés au Keuper. La découverte de plantes fossiles dans le *Bunter* de Nottingham est donc importante à noter. M. Vernon (4) qui avait signalé en 1908 la présence de débris d'*Equisetites*, dans des lits marneux un peu inférieurs au conglomérat de base du Keuper, a pu se procurer de plus amples matériaux d'étude et a reconnu les tiges, feuilles et racines du *Schizoneura paradoxa* Schimper et Mougeot.

Ce *Schizoneura* a été trouvé dans le grès bigarré des Vosges, au sommet du Muschelkalk (Lettenkohle) de la Neue-Welt et de Bâle

(1) Cf. A. C. Seward : Catalogue of the Mesozoic plants (British Museum) II, p. 5, 1904. — E. W. Berry : Paleobotany, sketch of the origin and evolution of floras (*The Smithsonian Report for 1918*, pp. 386-387), Washington, 1920. — A. Morley Davies : An introduction to palæontology, p. 390 ; Murby, London, 1920.

(2) B. Sahni : Eight indian Sc. Congress. Presid. Address. (*Proc. Asiatic. Soc. Bengal.* N. S. XVII, 1921, N° 4).

(3) Cf. G. de P. Cotter : A revised classification of the Gondwana system (*Rec. Geol. Surv. India*, XLVIII, p. 33, 1917).

(4) R. D. Vernon : Geol. country between Newark and Nottingham (*Mem. Geol. Survey*, 1908, p. 42) — On the occurrence of Schizoneura paradoxa in the Bunter of Nottingham (*Proc. Cambridge Philos. Soc.*, XV, pt. V, pp. 401-405, 1910).

en Suisse. D'après M. Wills (1) il existe aussi à la base du Keuper dans le Worcestershire, de même que le *Pelourdea vogesiana* Sew. gen. = *Yuccites vogesianus* Schimper et Mougeot, dont la présence dans le Trias anglais avait été antérieurement signalée par N. Arber (2). MM. L. J. Wills et Campbell Smith (3) dans des notes sur la faune et la flore de ce niveau, qui s'étend au Warwickshire et Worcestershire, relatent la découverte d'un *Voltzia* très apparenté au *V. heterophylla* du Trias vosgien. Les conclusions que M. Vernon émettait en 1910 paraissent donc acquérir plus de valeur au fur et à mesure que les recherches se poursuivent : la persistance des mêmes plantes terrestres (déjà constatée en France par Fliche) dans le *Bunter* et le *Keuper* plaide en faveur du maintien de conditions physiques approximativement identiques durant ces deux divisions du Trias anglais dans le Midlands et la discordance constatée entre le Bunter et la base du Keuper n'indique probablement pas un laps de temps aussi long qu'on aurait pu le croire.

France. — Nous avons eu déjà l'occasion d'attirer l'attention, dans le chapitre consacré aux organismes inférieurs, sur la *Flore fossile du Trias en Lorraine et Franche-Comté* (4). Dans ce travail P. Fliche nous a donné la description détaillée et l'étude critique de toutes les plantes fossiles du Trias lorrain. La mort a laissé son œuvre inachevée ; l'auteur se proposait de grouper dans un dernier chapitre ses conclusions relatives à la distribution des espèces dans chacun des étages du Trias lorrain ou franc-comtois, les résultats fournis par la comparaison de la flore étudiée avec celle de l'ensemble du Trias des Vosges et du Trias en général, des considérations sur cette flore triasique dans ses rapports avec celles qui l'ont précédée et celles qui l'ont suivie. Fort heureusement R. Zeiller a rédigé, avec sa maîtrise

(1) L. J. WILLS : The fossilierous Lower Keuper rocks of Worcestershire (*Proc. Geol. Assoc.*, XXI, p. 272 ; pl. V ; 1910).

(2) N. ARBER in *Geolog. Magazine*, VI, p. 11, 1909.

(3) L. J. WILLS and CAMPBELL SMITH in *Geol. Magazine*, X, p. 461, 1913 and *British Assoc. Adv. Sc.* Birmingham, 1913, p. 475.

(4) P. FLICHE : Flore fossile du Trias en Lorraine et en Franche-Comté, avec des considérations finales par M. R. Zeiller. 1 vol. in-8°, 297 pages, 27 planches. Berger-Levrault, Paris et Nancy, 1910 (Extrait du *Bulletin de la Société des Sciences de Nancy*).

habituelle, ce chapitre final dont les conclusions sont très instructives pour le paléobotaniste et pour le géologue.

Outre les corps problématiques et algues, dont il a été question, cette flore comprend : 16 espèces de *Fougères*, dont deux nouvelles (tiges) ; 5 espèces d'*Equisétinées* ; 7 espèces de *Lycopodinées* dont une nouvelle ; 4 *Cordaïtées* (2 nouvelles) ; 3 *Cycadinées* déjà connues ; 13 *Conifères* dont 7 espèces jusqu'ici inconnues ; plusieurs fossiles *incertæ sedis*. Nous laissons de côté les fossiles d'attribution douteuse.

Les Fougères ont été rencontrées, dans le Trias du pied des Vosges et du Jura, surtout dans les étages inférieur et moyen. Le *Danæopsis marantacea* (Presl.) Heer se trouve à la partie supérieure du Trias moyen, près de Lunéville (Vosges) dans des couches qui correspondent à la *lettenkohle* d'Allemagne ; on l'a signalé en Allemagne, en Autriche et en Suisse. Une seule fougère fructifiée, que Fliche attribue à l'*Asterotheca Meriani* (Brongt.) Stur, est signalée dans le *Keuper* du Jura et de la Haute-Saône ; c'est une des espèces les plus caractéristiques du Keuper, l'une de celles qui présentent la plus vaste extension. Trois espèces de *Cladophlebis*, qui n'avaient été observées que dans le Trias supérieur des États-Unis sont mentionnés dans le Grès bigarré. L'*Anomopteris Mougeoti* est l'espèce de fougère la plus répandue dans le Trias inférieur et le Trias moyen des Vosges ; le *Neuropteridium Voltzii* Brongt. sp., l'une des espèces caractéristiques du Grès bigarré, a été recueilli à Baccarat et à Rambervillers (Vosges) par l'abbé Boulay.

Le genre *Equisetites*, qui n'a joué qu'un rôle tout à fait secondaire durant le Carbonifère, est bien représenté dans le Trias. Fliche attire tout spécialement l'attention sur un échantillon découvert à Rambervillers par l'abbé Boulay ; il s'agit de racines en place bien conservées rapportées à l'*Equisetum Mougeoti* Brongt. sp., fossile végétal le plus commun dans le Grès bigarré. L'*Equisetum arenaceum* (Jœg.) Bronn, la plus grande prêle connue, caractéristique du Muschelkalk supérieur (lettenkohle) et du Keuper, est largement répandu dans toute l'étendue de la circonscription florale étudiée par Fliche. Le seul vestige certain de *Schizoneura paradoxa* Sch. et Moug. a été trouvé par l'abbé Boulay dans le Grès bigarré de Rambervillers ; il est intéressant de noter que cette espèce

ressemble beaucoup au *Sch. gondwanensis*, de la flore permo-triasique de l'Inde.

La persistance de certains types de *Lycopodinées* arborescentes est importante à remarquer : le *Lepidodendrites tessellatus* est une tige à cicatrices foliaires rhomboïdales ; le *Stigmarites Nicklesi* par la forme et la disposition de ses cicatrices superficielles rappelle les *Stigmaria* houillers ; le genre nouveau *Pœcilitostachys* paraît être un épi de *Lycopodinée* (1).

Aux *Cordaïtées*, dont la survivance est digne d'être soulignée, Fliche attribue des feuilles rubanées du Grès bigarré et du Keuper. Les feuilles lancéolées linéaires que Schimper et Mougeot désignaient sous le nom de *Yuccites vogesiacus*, sont placées par Fliche dans le genre *Cordaites* et plus récemment par M. Seward dans le genre nouveau *Pelourdea* (Cordaïtées) (2) ; Fliche décrit également un étui médullaire de genre *Artisia* qui se rapporte sans doute à une Cordaïtée et qui provient du Trias moyen des Vosges (Lettenkohle).

Les Cycadées sont très rares ; le genre *Pterophyllum* est représenté dans les Vosges dès la base du Trias (Grès bigarré). Les Conifères sont par contre relativement abondantes, mais on ne trouve que très rarement leurs organes de fructification. Le *Voltzia heterophylla* Sch. et Moug., l'espèce la plus commune du genre dans tout le Trias et à très large extension, est très fréquent dans le Grès bigarré du versant lorrain des Vosges. Fliche admet sa présence dans le *Muschelkalk* supérieur et fait observer qu'il y plus d'unité dans les flores, depuis le Trias inférieur jusqu'à la fin du Trias moyen, qu'on ne l'admettait généralement jusqu'à présent. Nous n'insistons pas sur quelques nouvelles espèces de *Voltzia* reconnues par l'auteur dans le Grès bigarré, mais nous faisons remarquer les descriptions de bois fossiles que Fliche a pu rapporter à des genres de Conifères. Dans le Grès bigarré du département du Bas-Rhin, Fliche signale un bois à structure araucarioïde (g. *Dadoxylon*) ; des bois provenant du Muschelkalk et des marnes irisées, sont attribués au genre *Araucarioxylon* ; un bois fossile est à classer parmi

(1) Cf. P. Fliche : Sur une fructification de Lycopodinée trouvée dans le Trias (*Comptes-rendus Ac. Sc. Paris*, CXLVIII, pp. 259-261, 1909).

(2) A. C. Seward : *Fossil plants*, III, p. 278 ; 1917.

les *Cedroxylon*, quoique les parois des cellules des rayons médullaires ne soient pas bien conservées ; ce genre n'a pas été observé souvent sous les terrains jurassiques. Le genre *Xenoxylon* Gothan, qui ne comptait que des espèces jurassiques, est représenté par une espèce nouvelle dans le Muschelkalk vosgien. On admet d'ailleurs que la flore rhétienne n'est que la continuation de celle du Keuper ; mais, sauf la découverte de ce *Xenoxylon*, les études de Fliche n'ont apporté aucun fait nouveau de nature à faire mieux connaître les rapports paléontologiques entre le Keuper et le Rhéthien. Par contre, son ouvrage précise les relations entre la flore du Grès bigarré et la flore paléozoïque et entre les flores des étages successifs du Trias. Les considérations que R. Zeiller développe sur ces sujets (pp. 282-284) sont du plus grand intérêt. Les *Asterotheca*, les *Lycopodinées* arborescentes sont hérités du paléozoïque ; le genre *Pterophyllum*, qui se rencontre dans le Grès bigarré, apparaît à la fin de l'époque houillère ; le genre *Voltzia* a été reconnu dans le Permien d'Europe. Nous sommes encore très peu documentés sur la flore du Permien supérieur ; cependant on peut conclure avec R. Zeiller (1) que la flore du Trias inférieur constitue un terme de transition particulièrement intéressant entre les flores paléozoïques et les flores secondaires. D'autre part la persistance, dans les couches supérieures du *Muschelkalk*, d'espèces ou de genres qu'on croyait spéciaux au *Grès bigarré* (*Voltzia heterophylla*, *Anomopteris Mougeoti*, g. *Pleuromeia*), indique une liaison étroite entre les flores des étages successifs (Grès bigarré-Keuper) du Trias Lorrain.

En terminant cette analyse de mémoire de Fliche, nous rappelons que le Muschelkalk des Vosges a fourni à Renault une tige de Fougère à structure remarquable, dont M. P. Bertrand a repris l'étude : il s'agit du *Knorripteris Jutieri*.

Fliche dans son mémoire attire incidemment l'attention sur la découverte, due à MM. Laurent et Piroutet (1903) d'un niveau à végétaux silicifiés (*Equisetum*, feuilles rectinerviées) dans le *Keuper* à Salins (Jura) et à Bougey (Haute-Saône), et sur quelques plantes fossiles du Trias de la Haute-Saône. Il fait aussi observer que quatre des espèces décrites par lui (*Cladophlebis rhombifolia*,

(1) R. Zeiller in *Botanisches Centralblatt*, Bd. 117, p. 137, 1911.

Filicites sp., *Voltzia gracilis*, *Cordaianthopsis Minieri*) n'ont été recueillies que dans le Trias de la Haute-Saône.

M. Ch. Cardot (1) a depuis lors publié une étude détaillée de la flore triasique de la Haute-Vallée de l'Ognon (Haute-Saône). Les débris végétaux proviennent du *grès bigarré* proprement dit (grès à *Voltzia*, Buntsandstein) ; ce sont des moules en relief ou en creux, des empreintes de frondes de *Filicinées*, de feuilles de *Cordaitales*.

La flore analysée par M. Cardot dans ce mémoire et dans une première note complémentaire (2) compte d'ores et déjà 12 espèces : des *Filicinées (Cladophlebis rhombifolia*, *Anomopteris Mougeoti*, *Neuropteridium)* ; ce dernier genre est représenté par le *N. Voltzii* et le *N. intermedium* dont la découverte est intéressante à noter puisque Fliche ne les signale pas sur le versant méridional des Vosges et les donne comme rares partout ailleurs ; M. Cardot laisse provisoirement parmi les Filicinées un spécimen du *Caulopteris Voltzii*, Sch. et Moug. (*Lesangea vogesiaca*) à faisceaux foliaires en U, que Zeiller a pu comparer à ceux de certaines tiges d'Osmondacées fossiles. Parmi les Équisétinées l'*Equisetum Mougeoti* est très fréquent, l'*E. Brongniarti* très rare. Le *Cordaites vogesiaca* placé par M. Seward dans le genre nouveau *Pelourdea* paraît rare, de même que le *Voltzia heterophylla* ; des bois fossiles se rapportent sans doute en partie à des tiges de Conifères.

Allemagne — Suisse — Autriche. — Au point de vue du nombre, des genres et des espèces les gisements du *Buntsandstein* qui viennent se placer immédiatement à la suite de ceux des Vosges sont ceux de la Forêt Noire (18 genres, autant d'espèces), du Palatinat et de Trêves (14 g., 16 esp.), l'Eifel (11 g. 13 esp.), de Carlshafen sur Weser, de Franconie, de Hesse (4 g., 4 esp.) ; enfin la localité de Bernburg n'a fourni que le genre *Pleuromeia* représenté par plusieurs espèces. Nous puisons ces renseignements dans un mémoire

(1) Ch. Cardot : Le Trias inférieur de la Haute-Vallée de l'Ognon et des vallons tributaires. Etude stratigraphique et paléontologique (*Bull. Soc. Belfortaine d'Emulation*, n° 30, 55 pages, 8 planches, 9 coupes et 1 carte, 1910) Belfort, 1911.

(2) Ch. Cardot : Note complémentaire sur la flore fossile du Trias inférieur de la Haute-Vallée de l'Ognon (*Bull. Soc. Belfortaine d'Emulation* n° 31, pp. 3-10, pl. IX et X et fig. 1, 1911), Belfort, 1912.

de M. Frentzen (1) sur la flore du *Buntsandstein* supérieur de Bade ; cette flore comprend surtout des Ptéridophytes (en particulier des Fougères) et des Gymnospermes (quelques Cycadées et Conifères). L'*Anomopteris Mougeoti* est, après l'*Equisetum Mougeoti*, la plante la plus fréquente du Grès bigarré supérieur. Parmi les Filicinées le *Crematopteris typica* fournit à M. Frentzen un bon exemple de l'enroulement des frondes chez une xérophyte ; quelques racines d'une fougère arborescente, sans doute d'un *Psaronius*, sont intéressantes parce qu'elles indiquent la persistance de ce genre paléozoïque. M. Frentzen place parmi les Fougères le *Lesangea Hasseloti* Mougeot et le *Thamnopteris vogesiaca* Schimper, que Fliche attribue aux Lycopodinées ; il est regrettable que l'auteur n'ait pas eu connaissance du mémoire du savant français et s'en tienne, pour établir ses comparaisons, à la monographie de Schimper et Mougeot (1844). Le genre *Pleuromeia* (*Lycopodinées*) existe dans le Buntsandstein badois où sont signalées d'autres empreintes attribuées à des *Lycopodinées* : le *Knorria palæotriasica* Frentz, et le *Lepidostrobus palæotriasicus* Fr. M. Frentzen rapporte au genre *Otozamites* le *Zamites vogesiacus* Sch. et Moug. sp., dont il ne décrit qu'un spécimen très fragmentaire ; il incline à attribuer au *Voltzia heterophylla* un bois de conifère qu'il place dans le genre nouveau *Palæotaxodioxylon* ; sa structure ressemble à celle des *Taxodioxylon* tertiaires ou plus récents, mais en diffère par les plus nombreuses rangées de ponctuations que présente la face radiale des trachéides. La flore du Buntsandstein, pauvre en genres et en espèces, par ses caractères nettement xérophiles témoigne d'un climat sec, de conditions très spéciales de milieu. L'auteur tend à conclure que cette flore s'est développée sur des rivages sablonneux, où la mer pouvait faire des incursions momentanées, et qui se prolongeaient dans l'intérieur des terres par des régions arides, désertiques, où la flore était encore plus appauvrie (région de Bernburg) et très spécialisée (g. *Pleuromeia*).

M. Compter (2) a fait paraître une révision de la flore du Keuper de la Thuringe orientale.

(1) Dr. KURT FRENTZEN : Die Flora des Buntsandsteins Badens Sonderab. ausd. (*Mitteilungen d. Grosth Badischen Geologischen Landesanstalt*, VIII. Hft. 1 ; pp. 64-162 ; pl. X-XXIII ; Carl Winters, Heidelberg, 1914).

(2) G. COMPTER : Revision der fossilen-Keuperflora Ostthüringens (*Zeitsch. f. Naturwissenschaften*, LXXXIII, Hft. 2, 1912).

Les couches à plantes de la Moderhalde (territoire de Bâle) se placent bien, d'après M. F. Leuthardt (1) dans le Trias supérieur ou Keuper au niveau des Grès à roseaux (*Schilfsandstein*). L'auteur souligne l'intérêt de la présence d'espèces caractéristiques telles que *Schizoneura Meriani* Heer, *Tæniopteris angustifolia* Schk., *Asterocarpus (Astherotheca) Meriani* Brongt. sp. C'est l'horizon de la Neue-Welt (Suisse).

Nous ne faisons que mentionner pour l'instant que M. Hörich a décrit une tige de *Knorripteris* du Muschelkalk inférieur de Haute-Silésie.

(1) F. Leuthardt : Ueber die Keuperflora von der Moderhalde bei Pratteln (Baselland). (*Verh. Schweizer naturf. Gesells.* 96 Yahresvers, 1913, V Th., S. 187-189, 1914).

(à suivre).

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

C. Houard. — **Les Zoocécidies des plantes d'Afrique, d'Asie et d'Océanie.**

2 volumes, 1056 pages, 1019 figures dans le texte, 4 portraits, 1922. Librairie scient. J. Hermann, 6, rue de la Sorbonne, Paris. 100 fr.

Tous les biologistes connaissent l'important ouvrage que M. Houard a consacré à la mise au point de nos connaissances systématiques touchant les cécidies d'Europe et du Bassin de la Méditerranée, les trois volumes qu'il a publiés de 1906 à 1913 sur ce sujet, constituent une synthèse très heureuse qui permettra aux nouveaux chercheurs de s'orienter rapidement dans leurs travaux. Cet ouvrage fondamental n'a pas suffi à l'activité de M. Houard, qui vient de faire paraître, en deux volumes, un catalogue de toutes les cécidies actuellement connues en Afrique, Asie et Océanie; les productions galloises de ces régions sont beaucoup moins étudiées que celles d'Europe, elles le traite dans des publications très variées et très éparses, et on doit remercier l'auteur de ce nouveau travail d'avoir eu la patience de réunir, sous une forme très méthodique, tout ce qui a été écrit sur la matière.

L'ouvrage est conçu sur le même plan que le précédent; les cécidies sont décrites en suivant l'ordre systématique des plantes hospitalières, et un grand nombre d'entre elles sont très heureusement figurées par l'auteur lui-même, d'après des échantillons et d'après les dessins de botanistes qui les ont étudiées. Pour chaque cécidie, on trouve des indications bibliographiques complètes, qui renvoient à un index établi par ordre alphabétique d'auteurs. L'ouvrage se termine par une table zoologique des animaux cécidogènes et une table botanique des plantes attaquées.

L'étude des cécidies peut être considérée comme à peine ébauchée; ces productions posent au biologiste des problèmes de première importance, et il est très heureux pour le développement ultérieur des questions qui se trouvent ainsi soulevées que les chercheurs aient à leur disposition un travail de systématique aussi consciencieux que celui que M. Houard vient de produire; toutes les recherches préliminaires de détermination se trouvent ainsi singuliè-

rement facilitées, et le travail de ceux qui se mettront à l'étude des galles sera grandement simplifié; nous devons en remercier très chaleureusement le Professeur de Botanique de l'Université de Strasbourg.

M. MOLLIARD.

C. SCHROETER. — **Das Pflanzenleben der Alpen. Eine Schilderung der Hochgebirgsflora.**

2e édition, revue et augmentée. 1re livraison. 336 p., 125 fig., 9 tableaux hors texte. 1923. Zurich, Alb. Rapstein, 10 fr.

Il s'agit de la réédition d'un ouvrage paru en 1908, mais les transformations et les additions qu'il a subies, en font un livre presque nouveau; il s'adresse au botaniste géographe, au biologiste, à l'alpiniste; tous y trouveront des renseignements très nombreux et méthodiquement présentés, sur la flore si particulière des hautes régions alpines; plus qu'aucune autre formation, la montagne nous montre l'action des conditions extérieures sur la végétation et fournit de précieux documents, touchant le problème de la variation des plantes.

Dans une première partie, l'auteur détermine les limites des diverses régions végétales, en particulier celle des végétaux absorbants; puis il analyse les conditions climatériques qui interviennent ainsi que celles qui dérivent de la composition du sol; on trouvera, dans cette introduction, une bonne mise au point de nos connaissances sur les problèmes les plus généraux de géographie botanique qui se rapportent aux Alpes.

La troisième partie est consacrée à l'étude des principaux végétaux qui constituent la flore des hautes montagnes; il s'agit d'une série de monographies où le lecteur trouvera rassemblés, pour chaque plante importante, les données morphologiques et anatomiques, les caractères biologiques les plus intéressants (l'existence de mycorhizes, etc.), la répartition géographique, les variations avec l'altitude.

Cette première livraison sera suivie de deux autres de même ampleur et de même prix.

M. MOLLIARD.

CHRONIQUES ET NOUVELLES

M. MOLLIARD, Professeur de Physiologie végétale à la Faculté des Sciences de Paris, est nommé Directeur du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

*
* *

M. DANGEARD, Professeur de Botanique (P. C. N), est nommé Professeur de Botanique à la Faculté des Sciences de Paris en remplacement de M. Gaston Bonnier, décédé.

*
* *

Par décision du Directeur général des Eaux et Forêts la route de la Forêt de Fontainebleau parallèle à la voie ferrée a été dénommée *Route Gaston-Bonnier* dans la section comprise entre l'origine du terrain du Laboratoire de Biologie végétale créé par ce savant et le pont de la Route de Bourgogne.

Nemours. — Imp. ANDRÉ LESOT. *Le Gerant :* Emile MICHAUDON.

RECHERCHES

SUR

LE GAMÉTOPHYTE DES MARCHANTIÉES

par **M. Ch. DOUIN**

II. — LES ENSEIGNEMENTS DES ANOMALIES CHEZ LES MARCHANTIÉES

Tout d'abord, qu'est-ce qu'une anomalie ? — Ce n'est pas une chose extraordinaire ; c'est même une chose tout à fait naturelle ; mais *elle ne se produit pas souvent* : c'est là son caractère. En effet, la Nature obéit toujours aux lois qu'elle s'est données et ne les transgresse jamais. Dans les anomalies la plante nous révèle ce qu'elle nous cache habituellement. Ainsi, c'est grâce à diverses anomalies (double capitule du *Reboulia*,corbeille à propagules sur le pédoncule du *Marchantia*, capitule anormal du *Plagiochasma*) que j'ai pu formuler les lois de la coalescence des tissus et de la soudure de 2 organes différents ; c'est grâce à l'anomalie signalée par J. Pottier (feuille bilobée d'*Andreæa*) que j'ai pu conclure que cette feuille et par suite celles de toutes les autres Mousses avaient un développement basilaire. Ce sont les andrœcies partielles des *Reboulia* et *Plagiochasma* qui m'ont fait reconnaître l'existence des initiales secondaires ; et, comme conséquence, m'ont amené à une autre compréhension du développement intercalaire.

Dans la nature, où la plante, contrariée par la gelée ou la sécheresse, ne vit qu'une petite partie de l'année, les anomalies sont exceptionnelles ; mais dans les cultures, où elle peut végéter constamment et sans arrêt, les anomalies, sans être fréquentes, ne sont pas très rares. Je vais signaler celles que j'ai observées avec les enseignements qu'elles comportent. La plupart de ceux-ci ne

pourront être bien compris qu'après la publication des articles concernant le *thalle stérile* et les *lois qui régissent la soudure des organes*, articles qui feront suite à celui-ci.

a) Lunularia.

Andrœcies saillantes latéralement. — Normalement, les andrœcies du *Lunularia* sont plus ou moins enfouies latéralement dans le thalle stérile ; j'ai cependant constaté plusieurs fois, dans mes cultures, des andrœcies relativement très allongées, assez longuement saillantes sur le côté du thalle et très aiguës. Ce n'est qu'une anomalie peu importante causée par les conditions très favorables de la culture ; mais elle n'en prouve pas moins que *cette andrœcie est un thalle spécial formé par une initiale propre et terminale.*

b) Reboulia.

Double capitule du Reboulia. — C'est dans une culture du *Reboulia* de Cannes (leg. Dismier) que j'ai trouvé la curieuse anomalie suivante : elle consiste en *un large pédoncule aplati et surmonté de 2 capitules séparés,* très bien développés tous deux et représentés dans les fig. 28 et 29 qui montrent 2 aspects différents de cette anomalie ; le pédoncule était beaucoup plus large au sommet qu'à la base (fig. 29). Pourquoi les 2 pédoncules étaient-ils soudés pendant que les capitules étaient séparés ?

C'était un fait bizarre et je dirai même déconcertant pour moi ; il y avait là un problème dont j'ai cherché longtemps la solution. Après toutes sortes d'hypothèses j'ai fini par reconnaître que la situation respective des 2 initiales n'était pas la même aux 2 extrémités du pédoncule ; et que les 2 capitules étaient séparés parce que leurs initiales étaient séparées, tandis que les 2 pédoncules étaient soudés parce que leurs initiales étaient soudées *ce qui exige que l'initiative primitive du pédoncule se soit divisée en 2 initiales.* En effet, on ne peut faire que les 2 suppositions suivantes : ou bien à leur naissance, les 2 initiales du pédoncule — puisque ce pédoncule a 2 sillons — sont soudées, ou bien elles sont séparées par d'autres cellules. Dans ce dernier cas, les lois de la coalescence des tissus disent que les productions respectives de chacune des 2 initiales seront séparées. Comme elles sont soudées, cela prouve que la première

hypothèse est seule acceptable ; mais, si les 2 initiales sont soudées, c'est qu'elles proviennent de la bipartition d'une initiale primitive unique comme je l'ai affirmé plus haut. Par suite l'anomalie s'explique ainsi : dans le *Reboulia,* l'initiale qui donne le pédoncule se segmente normalement sur ses 4 faces comme celle du thalle stérile ; mais, dans le cas actuel, cette initiale a commencé par se diviser en 2 initiales ; — et c'est précisément en cela que consiste

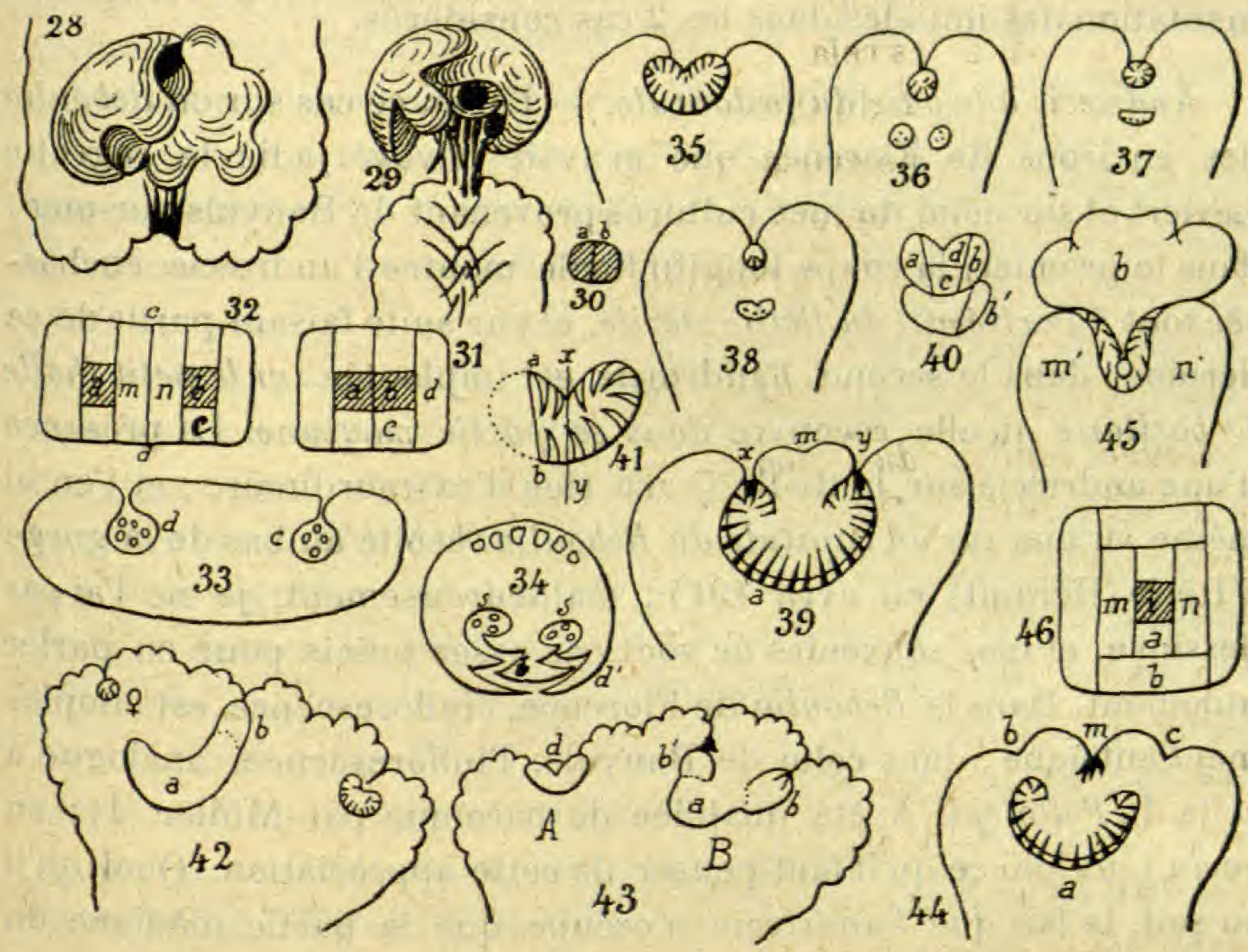


Fig. 28 à 46. — Anomalies

l'anomalie ; — chacune de ces 2 initiales s'est segmentée comme l'aurait fait l'initiale unique dont elle dérive (fig. 32). Il en résulte une seule masse formant le large pédoncule à 2 sillons (fig. 33). Les 2 initiales, désormais séparées, ont donné ensuite 2 branches indépendantes (ici les 2 capitules), comme le montrent très bien les lois de la coalescence des tissus. Il résulte aussi de ce qui précède que *le pédoncule est formé par une seule série de segmentations primaires de son initiale ;* autrement, ce serait le pédoncule qui serait bifurqué. C'est l'examen et la comparaison des 2 coupes représentées dans les fig. 33 et 34 qui m'ont conduit à l'interprétation précédente. En effet, dans la coupe (fig. 33) du pédoncule double du *Reboulia* on

voit que *les 2 sillons sont séparés par une large masse de tissu d c* provenant de la multiplication secondaire des cellules primaires *m n* (fig. 32) ; au contraire, dans la coupe (fig. 34) du pédoncule du *Preissia*, les 2 sillons sont très rapprochés parce que les 2 initiales soudées *a* et *b* (fig. 30) ne se sont pas segmentées sur leurs faces en contact (fig. 31). Cette comparaison confirme les déductions tirées des fig. 31 et 32 qui montrent la différence de la segmentation des initiales dans les 2 cas considérés.

Andrœcie à la base du pédoncule. — J'ai vu ce cas sur un *Reboulia* des environs de Florence que m'avait envoyé jadis le regretté Levieri et sur celui de mes cultures provenant de Banyuls-sur-mer ; dans le premier, la coupe longitudinale montre l'andrœcie enchâssée tout *à l'extrémité du thalle stérile*, et par suite faisant partie de ce dernier ; dans le second, l'andrœcie est implantée *sur le petit thalle ♀ basilaire* qu'elle recouvre *dans sa partie moyenne*. La présence d'une andrœcie sur le thalle ♀ n'a rien d'extraordinaire ; et j'en ai même vu une *sur un capitule du Reboulia* récolté au bas de la gorge d'Héric (Hérault) en avril 1914 ; malheureusement, je ne l'ai pas dessinée, et mes souvenirs ne sont pas assez précis pour en parler utilement. Dans le *Reboulia* de Florence, l'inflorescence est simplement autoïque ; dans celui de Banyuls, l'inflorescence, analogue à celle du *Peltolepis*, a été qualifiée de paroïque par Müller (1) ; on verra plus loin ce qu'il faut penser de cette appréciation. Quoi qu'il en soit, le fait que l'andrœcie n'occupe que la partie médiane du thalle ♀ basilaire indique que son initiale se segmente à droite et à gauche ; et, par suite, *sa segmentation est identique à celle du thalle stérile*.

Andrœcies partielles. — L'andrœcie normale du *Reboulia* possède la forme indiquée sur la fig. 35, sa largeur est à peu près égale à la distance qui sépare les extrémités des insertions de 2 écailles opposées, distance qui peut varier entre les deux cinquièmes et la moitié de la largeur du thalle, suivant l'intensité des formations secondaires latérales. Or, il m'est arrivé de rencontrer des andrœcies beaucoup plus petites : voici les 4 formes réduites que j'ai observées ; sur la fig. 36 se voient 2 petites andrœcies

(1) MÜLLER K. loc. cit. I, p. 246.

symétriques, peu écartées et situées à peu près au-dessus de la limite externe des insertions des écailles ventrales *qu'elles ne dépassent pas;* sur un autre thalle, il y avait aussi 2 andrœcies semblables, mais elles n'étaient plus symétriques par rapport à la ligne médiane et longitudinale du thalle stérile ; la fig. 37 montre une andrœcie très étroite et très petite sur la ligne médiane ; enfin, dans la fig. 38, l'andrœcie possède bien sa forme normale, mais ses dimensions sont au moins 2 fois plus petites. Comment expliquer tous ces cas ? Tout se passe comme si l'initiale de l'andrœcie normale s'était segmentée comme l'indique la fig. 40, (partie supérieure) : si les cellules primaires *a* et *b* se différencient en cellules ♂, on aura les 2 andrœcies de la fig. 36, si c'est la cellule *c*, on aura la fig. 37, si c'est la cellule *d*, on aura la fig. 38 ; quant aux 2 petites andrœcies non symétriques, elles ont été obtenues avec les 2 segments *a* et *b'* (fig. 40) de 2 initiales successives. Inutile d'ajouter qu'un organe qui s'isole de ses voisins arrondit presque toujours ses angles. Il résulte de ce qui précède que les andrœcies partielles signalées ne peuvent être obtenues que si *la cellule, qui doit les donner, se segmente sur 3 faces, tout en restant semblable à elle-même, ce qui annonce une cellule initiale.* En outre, les 2 andrœcies partielles (fig. 36) prouvent encore que l'initiale secondaire, mère des 2 andrœcies symétriques, *subit 2 séries de segmentations.* Enfin, on voit que, dans l'andrœcie normale, c'est l'initiale secondaire qui se différencie en cellule ♂, tandis que dans les andrœcies partielles, ce sont les cellules primaires issues de cette initiale secondaire qui sont l'objet de cette différenciation : c'est là exactement en quoi consiste l'anomalie.

Andrœcies composées. — S'il y a des andrœcies partielles, c'est-à-dire formées d'une partie de ce que devrait être l'andrœcie normale, il y a aussi des andrœcies composées, c'est-à-dire formées de plusieurs andrœcies simples juxtaposées, et le cas n'est pas rare dans mes cultures du *Reboulia.* La fig. 42 montre une telle andrœcie formée de 2 andrœcies simples que sépare le pointillé, l'andrœcie supplémentaire *b* étant juxtaposée à l'andrœcie normale *a*. Comment interpréter cette anomalie ? — L'andrœcie *a* est due à une cellule détachée à la face supérieure de l'initiale terminale du thalle stérile. Si cette dernière continue à fonctionner, l'andrœcie normale *a* se

trouvera complètement rejetée à la face dorsale ; si, au contraire, elle se bifurque, ce qui est commun, on aura la fig. 43 (pars A) où le lobe moyen *d* annonce bien une bifurcation, contrairement à l'interprétation donnée dans un travail antérieur (1). Si les 2 initiales fonctionnaient toutes deux normalement, on aurait la fig. 39 où l'andrœcie *a* est devenue dorsale; mais, il n'en est plus ainsi dans la fig. 42. Il semble que l'andrœcie veuille communiquer, au moins d'un côté, avec le dessous du thalle stérile, très probablement pour assurer la fécondation, car le passage des anthérozoïdes se fait plus sûrement sous le thalle humide que sur le dessus souvent desséché. Pour arriver à ce résultat, l'initiale *y* (fig. 39) détache dès sa naissance une cellule antérieure qui, se différenciant en cellule ♂, donnera l'andrœcie supplémentaire *b* (fig. 42) ; celle-ci servira de rallonge à l'andrœcie normale *a*. Il peut même y avoir une andrœcie supplémentaire juxtaposée à chacune des 2 extrémités de l'andrœcie primitive, comme le montre la fig. 43 (pars B), où se trouvent groupées 3 andrœcies *a*, *b* et *b'*. J'ai même constaté une fois un petit intervalle entre les andrœcies *a* et *b*. Cela peut s'expliquer très simplement en supposant que la première cellule détachée antérieurement de l'initiale *y* est restée stérile et que c'est la suivante qui s'est différenciée en cellule ♂.

Ces anomalies expliquent la forme allongée et de longueur variable des andrœcies chez les *Grimaldia, Corbierella*, etc. *qui sont formées de plusieurs andrœcies simples et juxtaposées.* J'ai également observé chez le *Grimaldia* 2 andrœcies allongées séparées par un espace stérile qui s'explique comme ci-dessus. Mais, l'andrœcie supplémentaire *b* présente un sommet arrondi et non émarginé comme dans l'andrœcie normale (fig. 35); comment cette forme peut-elle être obtenue ? — Par un autre mode de segmentation de l'initiale ; celle-ci se segmente sur ses 4 faces comme celle de la corbeille à propagules du *Marchantia;* et il en est ainsi pour chacune des andrœcies simples qui forment l'andrœcie normale des *Grimaldia*, *Exormotheca,* etc.

Andrœcies à lobes écartés. — Il arrive assez souvent que l'initiale terminale du thalle stérile, cessant de fonctionner, est remplacée par une cellule immédiatement inférieure qui donnera une pousse

(1) DOUIN Ch. et R. : *Le Reboulia* (Rev. gén. de Botanique (1918), p. 138).

subflorale ; celle-ci écarte les 2 lobes de l'andrœcie (fig. 44). On reconnaît que la pousse est subflorale à la présence d'écailles en *m* et à leur absence dans les sinus *b* et *c*. L'exagération du développement de la pousse subflorale peut même arriver à diviser l'andrœcie en 2 parties séparées. Ce résultat, que je croyais normal, a fortement contribué à me faire admettre (1) qu'il en était généralement ainsi et que les 2 parties de l'andrœcie étaient toujours rejetées latéralement, ce qui n'est pas exact. Quoi qu'il en soit, l'andrœcie à 2 lobes écartés n'est qu'une bien faible anomalie qui peut même se produire, mais à un degré moindre, quand le thalle se bifurque normalement au-dessous (fig. 39).

Thalle ♀ basilaire complètement développé. — Sur la fig. 45, on voit au centre un organe en forme de V, sans chambres aérifères, mais entouré d'écailles, avec un petit capitule au fond du sinus. *Cet organe est complètement entouré par le thalle stérile,* de sorte que le capitule est en réalité *dorsal* comme dans les Marchantiées non sillonnées ; mais *il a commencé par être terminal.* Que représente cette anomalie ? — La présence d'un capitule annonce évidemment un appareil ♀ ; et la partie thallienne entourée d'écailles ne peut être que le petit thalle ♀ basilaire. Seulement ici, les 2 lobes ont pris un très grand développement, parce qu'ils ont été entraînés *par solidarité* avec les 2 lobes voisins *m'* et *n'*. De plus, ce petit thalle ♀ n'occupe que la partie médiane du thalle stérile par la raison suivante : issu d'une initiale secondaire-médiane-inférieure, il n'occupe que la largeur d'un mérophyte médian. Cet appareil ♀ est en réalité un mérophyte médian différencié ; il n'est pas rare dans les cultures.

Les lois de la coalescence des tissus vont me permettre d'expliquer facilement la soudure des 3 organes considérés. Conformément à ces lois, il suffira de montrer que les initiales de ces 3 organes sont soudées. La fig. 46 indique, d'une manière schématique, l'initiale *i* du thalle stérile vue par le bout libre avec les cellules qui l'entourent : la cellule inférieure *a* donnera l'initiale de l'appareil ♀. Il se développe en même temps une pousse subflorale soudée avec lui ; celle-ci naissant de la cellule inférieure *b*. Si l'initiale du thalle stérile cesse de fonctionner, comme c'est le cas habituel, les cellules *m*, *n*,

(1) Douin Ch. et R., loc. cit., p. 137.

détachées latéralement donneront les 2 ailes du thalle stérile, c'est-à-dire les 2 lobes m', n' (fig. 45). Ainsi, les initiales des divers organes *a*, *b*, *m* et *n* étant soudées donneront des organes soudés.

Schiffner a décrit et figuré (1) une anomalie semblable chez le *Bucegia* où l'appareil ♂ est dorsal.

Lobes et pointes saillantes à la surface du thalle stérile. — J'ai rencontré ce cas une douzaine de fois chez le *Reboulia*, le *M. paleacea* et les *P. rupestre* et *elongatum*. Chez les *Reboulia* et *P. elongatum*, j'ai vu une fois une forte saillie médiane, assez large et légèrement émarginée au sommet; chez les mêmes espèces, j'ai vu également une fois (fig. 48) 2 saillies latérales *a* et *b* assez accusées, à la base d'une pousse subflorale consécutive à une andrœcie subterminale. Mais le plus souvent, ces saillies se réduisent à des pointes identiques à celle qui va être décrite chez le *Marchantia*; ces pointes (*a*, fig. 47) provenaient, sans nul doute, de l'action des initiales secondaires comme je l'indiquerai prochainement.

c) *Marchantia*.

Pointes saillantes. — Il n'y a aucune différence entre ces pointes et les lobes dorsaux dont il vient d'être question. En effet, si les parties latérales de ces pointes étaient étalées, elles deviendraient des lobes. Sur un thalle du *M. paleacea* (fig. 49), la pointe *a* était très nettement conique et arrondie (fig. 50) et montrait 2 parties latérales repliées, de sorte qu'une coupe transversale *x y* de cette pointe pourrait être représentée par la fig. 51. Ces pointes sont produites par une troisième série de segmentations de l'initiale du mérophyte correspondant; *elles indiquent comment les pédoncules, dans les Marchantiées non sillonnées, se sont individualisés et isolés du thalle ♀ basilaire* qui leur a donné naissance.

Toutes les anomalies suivantes se rapportent au *M. polymorpha*.

Bifurcation du pédoncule. — Généralement, la bifurcation de l'appareil ♂ ou ♀ pédonculé, dans les Marchantiées bisillonnées, a

(1) Schiffner V. : *Untersuchungen über die Marchantiaceen-Gattung Bucegia* (Bot. Centrablatt., vol. 23, 1908, Abt. II, p. 278).

lieu dans le petit thalle ♀ basilaire, ou tout au moins à la base du pédoncule ; l'initiale terminale du thalle ♂ ou ♀ se divise en 2 initiales pour former les 2 thalles pédonculaires. Chez le *M. polymorpha* ♂, j'ai vu plusieurs fois la bifurcation se produire au-

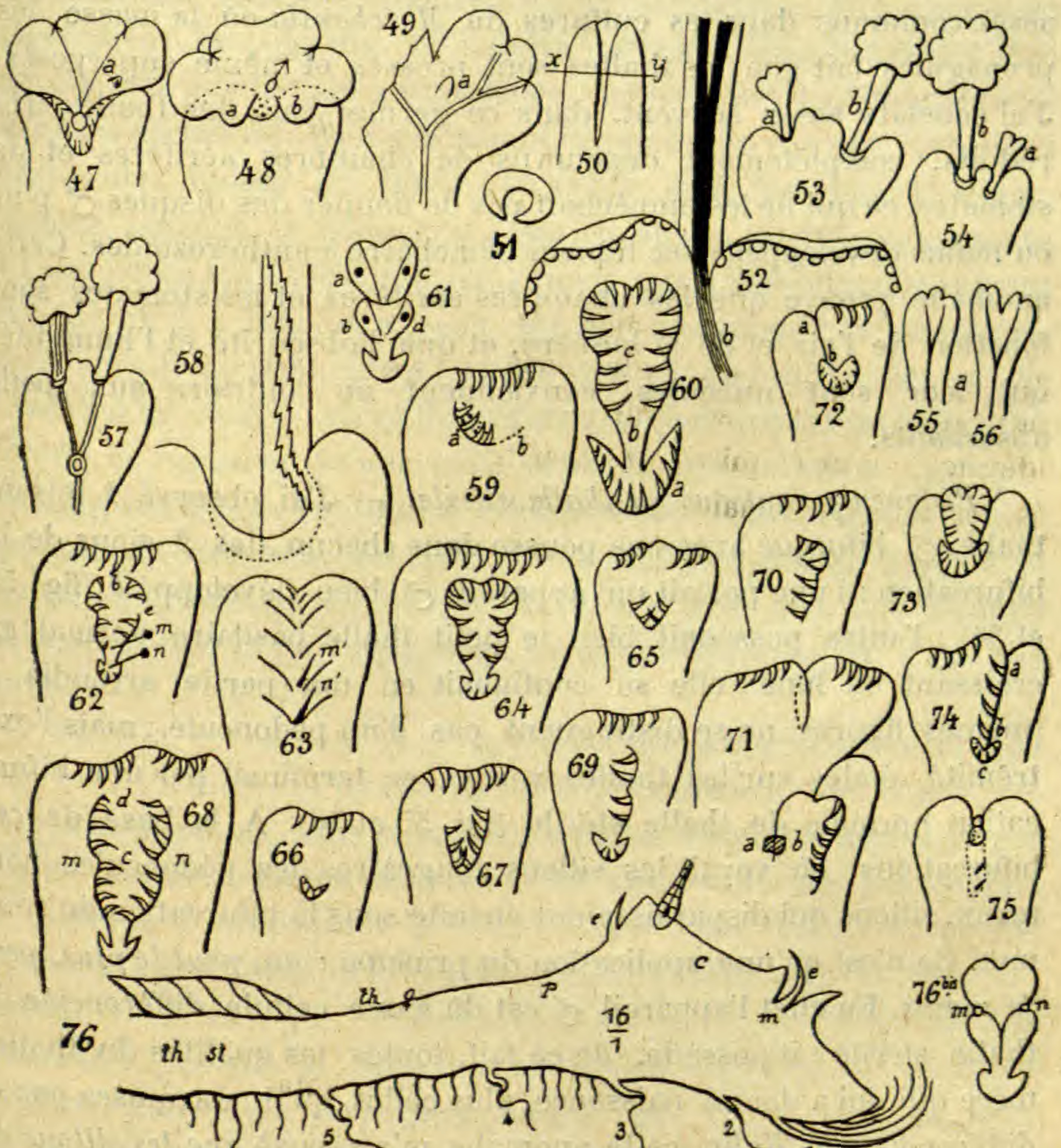


Fig. 47 à 76. — Anomalies.

dessus de la base du pédoncule; une fois même, elle n'avait lieu que vers le milieu de la longueur totale de ce pédoncule (fig. 52). A la base, il n'y avait qu'un seul sillon et qu'un seul faisceau *b* de poils absorbants. L'observation n'est pas douteuse, car dans tous les exemplaires de la culture exposée au soleil, les sillons se montraient, par transparence, sous forme de bandes rou-

geâtres très nettes (couleur due aux poils absorbants inclus), sauf en approchant du disque ♂ où la couleur hyaline reprenait le dessus, parce que cette région se trouvait ombragée par le disque.

Thalles sans chambres aérifères ni stomates. — Ces thalles sont assez communs dans les cultures du *Marchantia* où la masse des propagules fait que les thalles sont pressés et même superposés. J'ai constaté assez souvent, dans ce dernier cas, des thalles très réduits, complètement dépourvus de chambres aérifères et de stomates, ce qui ne les empêchait pas de donner des disques ♂ p'us ou moins developpés avec liqueur blanchâtre à anthérozoïdes. Cette anomalie prouve que les chambres aérifères et les stomates sont fonction de l'air et de la lumière, et que l'obscurité et l'humidité, qui leur sont nuisibles, conviennent au contraire aux poils absorbants.

Pédoncule continué en thalle stérile. — J'ai observé 2 fois un thalle ♂ bifurqué avec une pousse dans chacun des 2 sinus de la bifurcation : l'une portait un appareil ♂ bien développé *b* (fig. 53 et 54) ; l'autre possédait bien le petit thalle basilaire normal en croissant de lune ; elle se continuait en une partie arrondie *a* (mêmes figures) ne se distinguant pas d'un pédoncule ; mais l'extrêmité, étalée sur les thalles voisins, se terminait par une bifurcation normale de thalle stérile (fig. 55 et 56). A la base de ces bifurcations, on voyait les sillons rougeâtres des pédoncules normaux, sillons qui disparaissaient ensuite sous la bifurcation du sommet. Ce n'est qu'une application du principe : *qui peut le plus, peut le moins*. En effet l'appareil ♂ est dû à une cellule différenciée du thalle stérile ; il possède, de ce fait, toutes les qualités du thalle-mère qui lui a donné naissance, plus celles qu'il a acquises par sa différenciation. Enfin, cette anomalie m'a prouvé que *les sillons du pédoncule sont formés par les ailes des 2 thalles répliées par-dessous.*

Corbeille à propagules sur le pédoncule. — Il s'agit d'une corbeille à propagules s'étendant d'un bout à l'autre du pédoncule (fig. 57 et 58). J'avoue mon étonnement en voyant cette corbeille à cheval sur les 2 thalles du pédoncule, — du moins, je le croyais tout d'abord, — et même sur le petit thalle ♂ basilaire et le thalle stérile qui semblaient faire corps avec elle. Aussi, mon embarras était grand quand je me décidai à un examen plus attentif. En réalité, la

corbeille était installée *sur une moitié seulement du pédoncule et s'arrêtait très exactement sur la partie antérieure, à la ligne médiane et longitudinale de cet organe ;* de plus elle ne faisait pas corps avec le petit thalle basilaire qu'elle recouvrait. En outre, il y avait également contact mais non soudure avec le thalle stérile qui surplombait légèrement sa base (fig. 58). Cette dernière était beaucoup plus développée que la partie supérieure, comme c'est d'ailleurs la règle dans les corbeilles incomplètement développées. Qu'une corbeille à propagules naisse du thalle-pédoncule, cela n'a rien d'extraordinaire, puisque ce pédoncule, issu du thalle stérile, en conserve à l'état latent toutes les propriétés; mais, quels renseignements peut-elle fournir ? — Elle ne s'étend que sur une moitié du pédoncule parce qu'elle ne peut naître à la fois de 2 initiales différentes ; si elle s'étend d'un bout à l'autre du pédoncule, c'est que *les initiales de ce dernier ne subissent qu'une seule série de segmentations* (multiplication primaire) : c'est déjà la conclusion où m'a conduit le double capitule du *Reboulia*. En outre, si la corbeille s'étend jusqu'à la moitié longitudinale du pédoncule, cela prouve que *les* 2 *initiales de ce pédoncule se sont segmentées comme l'indique la fig. 31 et non comme dans la fig. 32.*

En effet, on ne peut faire que les 2 suppositions suivantes : ou bien les 2 initiales du pédoncule, à leur naissance, sont côte à côte et soudées comme dans la fig. 30, ou bien elles sont séparées par d'autres cellules comme dans la fig. 32. Dans ce dernier cas, comme la corbeille à propagules provient d'une seule cellule et qu'elle atteint la ligne médiane et longitudinale du pédoncule, ce sera forcément la cellule *n* qui lui donnera naissance. Ce résultat n'est pas admissible puisque la corbeille se trouve toujours sur la ligne médiane. Elle devra donc être formée par la cellule *c* (fig. 32) ; cette nouvelle hypothèse ne vaut rien non plus, attendu que dans ce cas la corbeille n'atteindrait pas la ligne médiane du pédoncule. Il résulte de ce qui précède que les 2 initiales ne se sont pas segmentées comme dans la fig. 32, mais bien comme dans la fig. 31 : dans cette dernière hypothèse, la corbeille provient de la cellule *c* et satisfait pleinement aux conditions énoncées plus haut. On voit que les 2 initiales du pédoncule, *a* et *b*, sont soudées, ce qui ne peut être obtenu que si *l'initiale primitive s'est divisée en 2 initiales.* On a aussi la preuve que les 2 initiales soudées du pédon-

cule du *Marchantia ne se segmentent pas du côté de leur paroi commune, mais seulement sur leurs 3 faces libres,* ce qui fait que les initiales restent soudées au haut du pédoncule, condition indispensable d'ailleurs pour que les thalles capitulaires soient soudés. Enfin, la corbeille ne s'étendant que sur la partie antérieure du pédoncule cela prouve qu'elle est issue de la cellule *c* (fig 31), tandis que la cellule *d*, qui en est restée indépendante, a formé une aile ; celle-ci s'est repliée par-dessous pour former l'un des 2 sillons du pédoncule (*s* fig. 34).

Capitules ♀ à 10, 11, et 12 rayons et disques ♂ à moins de 8 lobes. — Ce ne sont que de bien faibles anomalies dont la théorie de Gœbel rend facilement compte. La surabondance de nourriture produit les rayons supplémentaires et l'insuffisance donne les disques réduits à 4,5 ou 6 lobes. Cela s'explique très simplement par les divisions des initiales primitives au haut du pédoncule ; une, 2 ou même 3 des 8 initiales normales se divisent à nouveau, ce qui donne autant de rayons en surplus ; au contraire, dans les disques réduits, le nombre normal des 8 initiales n'est pas atteint, quelques-unes des initiales primitives ne se divisant pas. Ce sont les capitules à 10-12 rayons qui m'ont appris que les initiales se formaient toutes au haut du pédoncule, *avant toute segmentation sur leurs faces latérales.* J'ai vu de même un capitule du *Dumortiera* à 11 lobes au lieu de 8.

d) Plagiochasma

Je laisse de côté les 2 petites andrœcies partielles et les pointes saillantes du *P. rupestre* identiques à celles du *Reboulia* (voy. plus haut) pour arriver aux très curieuses anomalies du *P. elongatum.*

Andrœcies partielles. — L'andrœcie normale du *P. elongatum* est identique à celle du *Reboulia* et montre aussi de petites écailles largement lancéolées *tout autour* ; ce dernier caractère permettra facilement de reconnaître si l'andrœcie est complète ou non. La fig. 59 montre une partie d'andrœcie *a, n'atteignant pas* la ligne médiane et longitudinale du thalle stérile ; il n'y a donc pas même

une demi-andrœcie. Celle-ci passe insensiblement au tissu stérile voisin ; mais on distingue vaguement une ligne courbe en *b* qui indique le contour basilaire de l'andrœcie normale si celle-ci s'était complètement développée. Il n'y a pas d'écailles en *b* comme on en voit en *a* ; de plus, la partie de l'andrœcie qui regarde le sommet du thalle fait défaut. Ce cas singulier s'explique comme celui des andrœcies partielles du *Reboulia* ; mais ici, on voit que la segmentation de la cellule initiale ♂ s'est bien faite comme l'indique la fig. 40. Sur un autre thalle, j'ai vu une semblable andrœcie partielle, mais dans une position symétrique de l'autre côté du thalle. Tout récemment, sur un thalle de mon ancienne culture détruite par la gelée et régénérée, j'ai observé une andrœcie à peu près réduite aux deux tiers de l'andrœcie normale fig. 41 ; il lui manque exactement une portion d'andrœcie *égale à l'andrœcie partielle précédente ;* et, *le long du bord à peu près rectiligne a b, il n'y a pas d'écailles.* Ce cas s'explique très simplement : après que l'initiale secondaire eût détaché le segment *a* (fig. 40), le reste de cette initiale, c'est-à-dire l'ensemble des 3 parties *b*, *c* et *d* (même fig.) s'est différencié en cellule ♂ avant de se diviser. Quelle meilleure preuve peut-on donner de la segmentation indiquée dans le chapitre suivant. On voit aussi que, dans le cas normal, c'est l'initiale secondaire qui se différencie en cellule ♂ ; et, de ce fait, *disparaît.* Par suite, *une andrœcie sessile ne pourra pas donner de pousse régénératrice,* puisque son initiale n'existe plus.

Appareils ♀. — La culture présentait un très grand nombre d'appareils absolument singuliers et méritant bien le qualificatif d'anormaux, tantôt tout à fait complets, tantôt très incomplets avec de nombreux états intermédiaires comme la suite le montrera : c'est grâce à ces anomalies que j'ai compris les conditions nécessaires pour que 2 organes à développement basilaire soient soudés.

Je vais d'abord décrire un de ces appareils complets ; je signalerai ensuite quelques-uns des autres avec les conclusions qui en découlent.

Sur la fig. 60, on distingue : à la base, une petite cavité noirâtre en forme de triangle ou mieux de fer de flèche *a* ; du fond de cette cavité part une bande étroite *b* qui s'élargit tout en s'élevant peu à peu, parfois assez brusquement, pour se terminer latéralement et

au sommet par des lobes arrondis *c* ; mais l'ensemble a généralement une forme triangulaire dont la base regarde le sommet du thalle. Toutes ces parties, sauf *b*, peuvent être ou non bordées d'écailles. La partie lobée *c* est limitée tout autour par une profonde rainure. Du fond de celle-ci naissent des écailles qui se recourbent au-dessus de la partie *c* pour la protéger ; près des bords de *c* on aperçoit les cols brillants de quelques rares archégones (2 à 4). Le dessus de *c* creusé en gouttière longitudinale, possède les chambres aérifères et les stomates simples du thalle stérile ; et l'ensemble forme une partie (*c*, fig. 76) nettement saillante au-dessus du même thalle. Cette fig. 76 représente une coupe médiane et longitudinale du thalle stérile et de l'appareil anormal superposé.

Comment interpréter ce bizarre apppareil ? — Tout d'abord, il est évident qu'il y a bien là un appareil ♀ comme en témoignent les archégones ; mais alors *a* sera le petit thalle ♀ basilaire, *b* représentera le pédoncule et *c* le capitule. Comment un appareil ♀ de Marchantiée a-t-il pu s'étendre sur un thalle stérile, se développer solidairement avec lui et s'y souder ? — C'est sûrement l'anomalie la plus bizarre qui ait jamais été constatée chez les Hépatiques, mais aussi combien instructive ! Il n'y a pas 2 manières de l'expliquer, il n'y a que la suivante : c'est que *l'initiale du thalle stérile et l'initiale de l'appareil ♀ soudées à l'origine, ont dû fonctionner en restant soudées*, ce qui exige qu'elles ne se segmentent pas sur leur paroi commune.

Quand il est individualisé et bien développé, l'appareil montre 4 lobes assez nets qui ne peuvent s'expliquer que de 2 façons : 1° par une bifurcation de l'initiale ♀ avec les 2 initiales *m* et *n* (fig. 76 bis) rejetées latéralement qui devraient donner chacune un archégone terminal *au bord de la rainure* ; comme on en trouve de 2 à 4 et dorsaux (fig. 76), cette hypothèse n'est pas admissible ; 2° reste l'hypothèse d'une initiale ♀ se segmentant sur 3 faces, 2 fois successivement, comme une initiale secondaire et donnant 1 archégone dans chacun des 4 segments latéraux obtenus (fig. 61). Les coupes longitudinales semblables à la fig. 76 et dont l'ensemble forme le capitule montrent bien en effet 2 archégones latéraux de chaque côté du capitule et situés très près de la rainure, tout en étant rejetés à la face dorsale Comme on le voit, l'initiale secondaire, même différenciée en cellule ♀, se conduit comme une initiale secondaire

tant qu'elle n'est pas libre. Cette seconde hypothèse correspondrait très bien aux faits observés si le capitule ne présentait pas les 4 lobes *a*, *b*, *c* et *d* et ne formait qu'un seul mérophyte comme celui de l'andrœcie (fig. 72). Pour expliquer cette différence, il faut voir la situation respective des 2 initiales ♀ et stérile soudées. L'initiale ♀ subit sa première série de segmentations en même temps que l'initiale du thalle stérile subit la sienne ; mais, comme celle-ci est repoussée en avant, l'initiale ♀ se trouve entraînée avec elle ; et, de nouveau, les 2 initiales donnent en même temps une nouvelle série de segmentations. Alors, les cellules primaires et secondaires de cette nouvelle série de segmentations de l'initiale ♀ se placent à à côté de celles de la première série, non plus transversalement comme dans les mérophytes normaux, mais longitudinalement du côté du sommet du thalle, attendu que, comme je l'ai déjà dit, l'initiale ♀ se trouve transportée en avant par suite de sa soudure avec l'initiale du thalle stérile : d'où les lobes du mérophyte ♀ différencié *c* (fig. 60). A partir de ce moment, l'initiale ♀ cessant de fonctionner, le thalle stérile continue seul à s'allonger au delà du capitule. On voit ici que les 2 séries normales de segmentations de l'initiale ♀ correspondent à 2 mérophytes médians du thalle stérile. Les productions de cette initiale médiane restent cantonnées, comme c'est la règle, sur le milieu du thalle stérile.

Dans les variations anormales de l'appareil ♀ du *P. elongatum*, on trouve tous les degrés de soudure, — pour les chambres aérifères, — entre le thalle stérile et le capitule sessile de l'appareil ♀. Ce dernier peut être complet comme celui qui a été décrit ci-dessus ou disparaître presque tout à fait avec divers cas intermédiaires. Parmi les nombreux cas que j'ai observés, je signalerai les suivants. Dans la fig. 62, on a l'appareil à peu près complet ; seule, la partie supérieure se trouve interrompue en 2 points *b* et *c* où l'on voit le thalle stérile passer sans transition au tissu capitulaire interne ; — dans la fig. 68, on observe un cas à peu près identique, mais le centre du capitule était très nettement creusé longitudinalement en gouttière arrondie ; — dans la fig. 66, on voit seulement le petit thalle basilaire bordé d'écailles qui peuvent être absentes ; — sur les fig. 65 et 67, la base du capitule, de forme triangulaire et çà et là bordée d'écailles, existe seule ; il n'y a ni thalle basilaire ni pédoncule ; — l'appareil ♀ serait complet sur la fig. 69 si une

moitié de cet appareil ne se confondait pas avec le thalle stérile ; — les fig. 70 et 71 montrent un appareil ♀ réduit à une partie du capitule ; la rainure limitative manque plus ou moins d'un côté et à la base ; — dans la fig. 64, l'appareil ♀ est complet, mais le petit thalle basilaire et surtout le pédoncule sont fort réduits ; par contre, le capitule est très net avec une rainure bien marquée et des écailles tout autour ; — sur la fig. 74, il n'y a qu'un côté de l'appareil ♀ bien reconnaissable aux écailles et à la rainure qui le limitent ; l'andrœcie normale de la fig. 72 est suivie d'un appareil ♀ avorté que la rainure *a b*, bien que sans écailles, désigne suffisamment ; — enfin, dans la fig. 73, les 2 appareils ♂ et ♀ sont juxtaposés ; et le second y est réduit au capitule.

Voici quelques conclusions qui découlent de ces diverses anomalies :

1° Tantôt l'appareil ♀ est dépourvu de pédoncule, tantôt il y en a un, mais toujours très court ; ce dernier ne correspond qu'à un seul mérophyte médian comme je le montrerai tout à l'heure. C'est la troisième fois que j'arrive à cette conclusion *par des moyens différents et pour 3 genres très différents : Marchantia* (Rayonnées), *Reboulia* (Lobées) et *Plagiochasma* (Subinvolucrées) ; et, par suite, il y a toute probabilité pour que le cas soit *général* et convienne à toutes les Marchantiées, même au *Corbierella*, dont le pédoncule resterait réduit aux divisions primaires de son initiale avec un très petit nombre de multiplications secondaires. Cette façon d'interpréter le pédoncule montre que le genre *Corbierella* est bien à sa place dans les Marchantiées sillonnées. Seulement ici les poils absorbants n'ont pas à se grouper en faisceaux pour atteindre le sol ; en effet, ils peuvent s'y rendre directement par le sinus du thalle stérile qui, se continuant dans le pédoncule rudimentaire, fait que *ce dernier doit être considéré comme sillonné.*

2° Les appareils ♀ situés sur le milieu du thalle ne correspondent qu'à un petit nombre de mérophytes médians, 4 probablement, autant que j'en ai pu juger par le procédé suivant servant à mesurer le pédoncule : si sur le thalle (fig. 62), on enfonce perpendiculairement 2 épingles *m* et *n* on les voit ressortir à peu près comme l'indique la fig. 63 en m' et n', c'est-à-dire que le pédoncule correspond à la largeur comprise entre 2 paires d'écailles successives, ou autrement dit, à un mérophyte médian. Ce raisonnement suppose qu'il y

a concordance dans le fonctionnement des 2 initiales médianes issues d'une même série de segmentations, ce qui est exact. La fig. 76 justifie aussi les conclusions précédentes. En effet, on y voit que le capitule *c* correspond à la distance entre les écailles ventrales 1 et 3 c'est-à-dire à 2 mérophytes pendant que le pédoncule *p* et le thalle ♀ *th* correspondent à la distance entre les écailles 3 et 5, c'est-à-dire à 2 autres mérophytes. Les grandeurs respectives de l'andrœcie et de l'appareil ♀ (fig. 73) confirment encore ce résultat.

3° Le thalle du capitule sessile est identique à celui du thalle stérile voisin dont il a les stomates simples, tandis que ces derniers sont composés dans l'impression du capitule du *P. rupestre*. Ils sont également simples sur le capitule subsessile du *Corbierella*.

4° L'appareil ♀ du *P. elongatum* s'est développé comme le thalle stérile ; c'est évidemment une raison sérieuse pour affirmer qu'*il est bien formé par des thalles différenciés*.

5° On voit aussi que l'initiale de l'appareil ♀ peut donner soit cet appareil complet, soit une de ses 3 parties seulement, les autres restant confondues avec le thalle stérile.

6° Enfin, si dans un capitule normal du *Plagiochasma*, les archégones sont terminaux, caractère des Hépatiques acrogynes, on voit que, dans l'anomalie signalée, les archégones sont rejetés à la face dorsale du thalle comme dans les Anacrogynes. Cela tient à ce fait que l'*initiale* ♀ *est restée* une initiale secondaire comme dans le *Riccia*. Enfin, cette anomalie montre que le caractère essentiel qui sépare les Hépatiques acrogynes des Hépatiques anacrogynes n'a pas l'importance qu'on lui a attribuée jusqu'ici. On verra, dans la conclusion générale d'autres considérations qui appuient cette appréciation.

Maintenant, pour terminer, ces singuliers appareils ♀ pouvaient-ils fructifier? — Je ne vois aucune raison me permettant d'affirmer le contraire ; mais alors, on aurait un sporogone inclus de *Riccia !*

Pédoncule terminal. — J'ai vu une fois seulement, dans mes cultures du *P. rupestre*, un pédoncule terminal ou le semblant tout au moins ; mais ce pédoncule était normal, c'est-à-dire non sillonné. On ne peut expliquer ce cas que par la mort de l'initiale terminale du thalle stérile.

e) *Peltolepis*

Dans mes cultures du *Peltolepis* de la Gemmi, j'ai souvent vu des andrœcies réduites à une seule anthéridie entourée d'un petit involucre à ostiole longuement saillant, comme dans le *Riccia Gougetiana* Mont. ; et, dans ce cas, cette andrœcie rudimentaire se trouvait accolée à la base du pédoncule et passait inaperçue. Il fallait alors une dissection attentive pour la mettre en évidence. J'ai vu aussi, mais une fois seulement, 2 andrœcies ainsi réduites, espacées sur le thalle différencié dépourvu de chambres aérifères et en même temps éloignées du pédoncule, comme le montre la fig. 75. J'attribue ces andrœcies partielles à l'humidité en excès : de là ces longs ostioles saillants pour s'en préserver. En outre, cette disposition d'andrœcies successives entremêlées d'espaces stériles montre bien que *le thalle différencié du Peltolepis est formé de plusieurs séries de mérophytes.*

f) *Anomalies signalées par les auteurs.*

Il est toujours hasardeux de faire état des figures données par un auteur pour établir une discussion, attendu qu'il suffit d'une erreur de détail pour rendre la figure invraisemblable, et faux le raisonnement qui en découle. Ces réserves étant faites, je vais cependant signaler quelques anomalies figurées par divers hépaticologues.

Gœbel, dans son *Organographie*, a signalé un capitule androgyne chez le *Preissia*. Dans une plante autoïque, l'explication est fort simple ; l'initiale, qui doit donner le pédoncule, se divise en 2 initiales : l'une se différencie en cellule ♂ et l'autre en cellule ♀. Comme les 2 initiales sont soudées, elles fonctionnent solidairement : d'où le capitule demi ♀ et demi ♂. On voit ici la preuve que les 2 pédoncules soudés sont formés *d'un même nombre de mérophytes* ; autrement, le disque ♂ et le capitule ♀ ne seraient pas soudés.

Ernst (1) a signalé la même anomalie chez le *Dumortiera* qui, d'après les hépaticologues, serait dioïque. Je sais bien qu'on pourrait expliquer le cas par des régénérations protonémiques du sporo-

(1) Ernst B. : *Untersuchungen über Entwickelung von Dumortiera* (An. du Jard. bot. de Buitenzorg).

gone dont les cellules sont, si j'ose dire, autoïques ; mais, j'aime mieux supposer que le *Dumortiera* peut être aussi autoïque. Ernst signale encore des chapeaux aux trois quarts ♂ et un quart ♀ ou réciproquement. Si l'observation est exacte, on peut supposer l'avortement de certains involucres dont les organes ♂ voisins auraient pris la place, ou réciproquement ; autrement, cette anomalie ne serait pas possible.

D'après Müller (1), Lindberg et Klein ont signalé des pousses stériles sur les péaoncules du *M. polymorpha* et du *Dumortiera*. Dans la fig. du *Marchantia* reproduite par Müller on voit 2 pousses sous le disque ♂, ce qui est très vraisemblable, puisque dans cette région se trouvent forcément des initiales secondaires (j'ai d'ailleurs vu la même anomalie dans mes cultures) ; mais, dans la figure en question, il y a en plus, vers le milieu du pédoncule, une pousse latérale, ce qui me semble impossible. Ce ne serait possible que si le pédoncule n'était formé de 2 thalles qu'à partir de cet endroit, comme dans l'anomalie que j'ai signalée précédemment.

Par ce qui précède, on voit tout le parti qu'un observateur attentif peut tirer des anomalies. Il y a là une nouvelle méthode de recherches que je recommande à tous les naturalistes.

(1) Muller K., loc. cit., I, p. 108, fig. 84.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DE

LA MORPHOLOGIE, DE L'ANATOMIE COMPARÉE, DE LA PHYLOGÉNIE ET DE LA BIOGÉOGRAPHIE

DES

CASUARINACÉES

par M. Jacob de CORDEMOY

(suite)

En résumé, les formations péridermiques offrent un intérêt tout spécial chez les *Casuarina*, parce qu'avant de constituer la couche de liège qui protège la tige secondaire, elles déterminent l'exfoliation des phyllichnies adhérentes à l'écorce des entre-nœuds, c'est-à-dire provoquent la *défoliation des rameaux*. Le développement du périderme se fait donc par deux séries d'arcs générateurs de phellogène, que l'on voit apparaître et évoluer successivement, quand on examine des rameaux de plus en plus âgés. Ce sont d'abord les *arcs subéreux primitifs*, qui prennent naissance dans l'assise corticale sous-jacente à l'épiderme du fond des sillons et restent localisés à ce niveau pendant un temps plus ou moins long, variable sans doute avec les conditions de milieu qui ont agi sur la plante ; ils produisent, en cloisonnant radialement leur phellogène et en s'étendant ainsi tangentiellement, l'élargissement des sillons et l'écartement parfois notable des côtes foliaires les unes des autres ; et, dans ce dernier cas, l'organisation normale des feuilles adhérentes se maintient, en même temps que leur activité physiologique se prolonge dans des rameaux qui paraissent âgés d'au moins deux ans.

Ensuite, et plus tard, apparaissent les *arcs subéreux intermé-*

diaires. Ceux-ci sont issus des arcs générateurs primitifs, dont les cloisonnements tangentiels se propagent de chaque côté vers les côtes foliaires, auxquelles correspondent, en effet, les arcs phellogènes intermédiaires. Ils occupent une position variable par rapport aux faisceaux foliaires; mais, en somme, malgré ces variations, deux faits essentiels sont à noter dans leur développement, parmi les Casuarinacées. En premier lieu, à la base de tout entre-nœud, les arcs subéreux intermédiaires passent toujours en dehors des faisceaux foliaires qui, à ce niveau, sont profondément situés dans l'écorce du rameau et se sont rapprochés du cylindre central, dans lequel ils vont s'engager pour continuer leur trajet descendant. En second lieu, et dans tout le reste de l'entre-nœud, de deux choses l'une : ou bien l'arc intermédiaire est d'emblée un *arc subéreux de défoliation*, et alors il décrit une courbe de manière à contourner le faisceau foliaire et à passer en dedans de son pôle ligneux, en déterminant ainsi l'exfoliation complète de la phyllichnie correspondante (*C. Cunninghamiana*, *C. torulosa*); ou bien, il s'établit tout d'abord un premier arc intermédiaire, à activité limitée, qui passe en dehors du faisceau foliaire, soit dans l'endoderme externe, soit entre le liber du faisceau et le groupe fibreux qui lui est adossé; puis, secondairement, des extrémités de ces premiers arcs intermédiaires partent des cloisonnements dirigés en dedans vers les faisceaux foliaires, et qui aboutissent à la formation d'arcs subéreux de défoliation passant en dedans des faisceaux et dont l'action est la même, à savoir l'exfoliation complète des phyllichnies. Ces arcs subéreux de défoliation, qu'ils se produisent d'emblée ou secondairement, déterminent l'exfoliation complète de la majeure partie des phyllichnies; ils se raccordent nécessairement aux arcs subéreux externes de la base de l'entre-nœud, qui passent en dehors des faisceaux. Ces raccordements ne peuvent se faire que par des plans subéreux obliquement dirigés et qui coupent les faisceaux foliaires. Ces plans subéreux obliques divisent donc les phyllichnies en deux portions : une portion basilaire qui demeure adhérente à la base de l'entre-nœud et qui comprend non-seulement la nervure, mais encore parfois une partie ou la totalité du parenchyme chlorophyllien; et toute la portion moyenne et supérieure, que les arcs subéreux de défoliation finissent toujours par séparer entièrement de l'écorce et qui est essentiellement caduque.

Ce sont là des phénomènes qui offrent les plus complètes analogies avec ceux qui caractérisent, en général, la chute des feuilles.

II. — PLACE DES CASUARINACÉES EN CLASSIFICATION; LEURS RELATIONS PHYLOGÉNÉTIQUES AVEC LES AUTRES GROUPES VÉGÉTAUX.

C'est là une question qui, à plusieurs reprises déjà, a préoccupé les botanistes, et sur laquelle on peut, croyons-nous, projeter quelque lumière, en se basant sur trois ordres de considérations : celles tirées de l'anatomie ; celles que fournissent les recherches faites sur l'organisation florale ; celles enfin que l'on peut demander à la paléobotanique.

§ 1. Considérations tirées de l'anatomie

L'exposé détaillé que nous venons de faire de la structure de la tige et de la feuille des Casuarinacées nous a conduit à préciser une comparaison déjà ancienne, mais restée assez vague, que Kieser formulait dès 1842, en disant que les *Casuarina* « semblaient être des Prêles ligneuses ». Or, nous avons vu que, par les analogies que révèlent les caractères anatomiques, on pouvait rapprocher étroitement le rameau primaire des Casuarinacées de la tige des Equisétacées actuelles. Nous devons en conclure qu'une telle organisation assigne à ce groupe des Casuarinacées une place tout à fait à part parmi les familles de Dicotélydones apétales auxquelles on les rattache d'ordinaire par des liens d'affinités plus ou moins apparents (Urticacées, Myricacées, Protéacées, Cupulifères).

Il est vrai que l'anatomie de la racine primaire des *Casuarina*, comparée à celle des *Equisetum*, est loin d'offrir des résultats aussi probants que les organes végétatifs aériens. La structure et le développement de la racine des Casuarinacées sont bien connus, grâce surtout aux recherches de Flahault [**9**] et, plus récemment de F. Morini [**21**]. De même, l'organisation anatomique de la racine des Equisétacées est devenue classique depuis les recherches de Van Tieghem (1). Mais les différences très grandes qui existent

(1) *Recherches sur la symétrie de structure des plantes vasculaires* (An. sc. nat. Bot. 5ᵉ série, t. XIII, 1870-71, p. 76).

entre les racines de ces plantes peuvent, semble-t-il, s'expliquer logiquement, si l'on considére que les Equisétacées ne possèdent que des racines adventives, tandis que, chez les Casuarinacées, il s'agit d'une racine vraie, terminale, provenant du développement de la radicule d'un embryon de Phanérogame. Ce ne sont donc pas des organes absolument comparables.

D'autre part, les botanistes ont recherché dans les formations secondaires cambiales des Casuarinacées les données susceptibles de jeter quelque lumière sur la généalogie et les affinités de ce singulier groupe de végétaux.

C. Houlbert [**14**] s'est efforcé, on le sait, de trouver dans l'organisation comparée du bois secondaire les caractères fournissant, tout comme les organes floraux, des ressources à la classification naturelle, permettant, par conséquent, de reconnaître les affinités des différentes familles des Apétales actuellement vivantes, et de reconstituer les liens généalogiques entre celles-ci et les Apétales qui comptent parmi les plus anciennes plantes Phanérogames qui aient apparu à la surface du globe. Et, dans cet ordre d'idées, les caractères de filiation tirés de la structure anatomique du bois secondaire lui paraissaient d'autant plus importants qu'ils sont peu variables ; car, d'après lui, le bois secondaire résiste plus que tout autre tissu aux influences modificatrices du milieu, de sorte que les traits essentiels de son organisation peuvent être transmis par voie de descendance. Or, après avoir analysé avec soin le *plan ligneux*, c'est-à-dire « l'agencement relatif de tous les éléments du bois » chez un certain nombre de *Casuarina* (*C. torulosa, C. suberosa, C. stricta, C. equisitefolia*), Houlbert arrive à des conclusions qu'il formule en des termes qui méritent d'être cités textuellement : « Ces plantes, dit-il, qui diffèrent tant des autres Dicotylédones par l'ensemble de leurs caractères anatomiques, m'ont aussi *montré dans leur bois des caractères que je n'ai retrouvés nulle part ailleurs dans le groupe des Apétales.* » Et ceci surtout est à retenir (loc. cit. p. 54) : « En somme, le bois des Casuarinées possède une structure spéciale *qui indique que ce groupe est isolé parmi les Apétales,...* et peut-être même parmi les Dicotylédones. » Toutefois, le plan ligneux des Casuarinacées, avec ses bandes transversales alternantes de fibres et de parenchyme ligneux, a paru à l'auteur rapprocher ces végétaux plutôt des Quercinées.

Ainsi donc, par l'étude de la structure de la tige primaire et de la feuille des Casuarinacées et par les analogies qu'elle révèle avec les Equisétacées, j'ai été amené à formuler la conclusion même à laquelle était parvenu antérieurement Houlbert en examinant les caractères de la structure du bois secondaire, à savoir que le *groupe des Casuarinacées est isolé, occupe une place à part parmi les Apétales.*

Boodle et Worsdell [**4**] ont, de leur côté, après de minutieuses études histologiques du bois secondaire des Casuarinacées, conclu aussi que c'est surtout avec les Cupulifères que ces plantes offraient le plus de ressemblance.

Nous verrons, d'ailleurs, plus loin que cette similitude d'aspect entre le bois des Chênes et celui des *Casuarina* à valu à ces derniers végétaux le nom vulgaire (*Oaks*) sous lequel ils sont désignés en Australie.

§ 2. Considérations tirées de l'organisation florale.

On se souvient sans doute du large débat qui s'institua, il y a plus de trente ans, au Congrès de Botanique de Paris, en août 1889, sur la question de savoir quel emploi utile on pouvait faire des caractères anatomiques pour l'édification d'une classification naturelle des plantes. Vuillemin affirmait alors que l'anatomie pouvait contribuer à établir la filiation des groupes végétaux, et même à « résoudre le problème le plus élevé de la taxinomie, c'est-à-dire composer une classification traduisant fidèlement l'évolution du règne végétal. »

Les résultats que nous avaient fournis nos recherches anatomiques sur les Casuarinacées semblaient bien montrer que ces vues ne manquaient pas de justesse, puisque nous étions parvenu à découvrir, par l'anatomie, des liens de parenté entre les Casuarinacées et des Ptéridophytes, les Equisétinées.

Cependant on ne pouvait oublier qu'au cours de ce même débat la méthode anatomique exclusive fut critiquée par Maxime Cornu, partisan avant tout de l'importance prédominante des caractères floraux en systématique. « Que l'anatomie vienne au secours de la systématique, disait-il, c'est ce que l'on peut désirer le plus, » mais « on ne trouvera, de longtemps, rien qui vaille les caractères fournis

par les organes reproducteurs, faciles à apprécier et d'une constance absolue. »

Aussi, en ce qui concerne nos Casuarinacées, il nous parut nécessaire de compléter nos propres investigations en recherchant si les données acquises sur l'organisation florale venaient bien à l'appui des faits que l'anatomie nous avait révélés. Le beau Mémoire où Treub [**24**] étudie le développement et la constitution de la fleur femelle des *Casuarina* est, à ce point de vue, un document du plus haut intérêt. Les Casuarinacées se distinguent si nettement, au premier aspect, de toutes les autres Dicotylédones, que l'éminent botaniste hollandais pensa que leur étude pouvait être des plus instructive au point de vue phylogénétique, d'autant plus que, parmi toutes les Angiospermes habitant la surface terrestre, on ne connaissait alors aucun groupe constituant une transition soit vers les Gymnospermes, soit vers les Cryptogames vasculaires. Mais il lui parut que c'était surtout sur les particularités du gynécée qu'il fallait se baser pour trouver les liens généalogiques entre les grands groupes végétaux. Et, en effet, n'était-ce pas par des recherches attentives sur le développement et la structure des organes reproducteurs femelles qu'on était déjà parvenu à mettre en évidence les caractères essentiels qui, d'une part, distinguent les Gymnospermes des Angiospermes, et, d'autre part, font ressortir les liens qui unissent les Gymnospermes aux Cryptogames vasculaires ? On sait comment, depuis, les relations phylogénétiques établies entre ces deux grands groupes de plantes ont été rendues indiscutables par la découverte des gamètes ciliés ou anthérozoïdes formés par le grain de pollen en germination des Cycadacées et du Ginkgo, grâce aux investigations de Weber, Ikeno, Hirase (1896-1901).

Donc, Treub entreprit l'étude détaillée du développement de la fleur femelle des Casuarinacées, et il put constater que « *tout* dans ce développement se passe d'une manière bien différente de ce qui a été observé chez les autres Angiospermes. » Quant au développement du nucelle et du sac embryonnaire, il lui a offert « une série de phénomènes et de transformations tellement différents de ce qu'on connaît chez les autres Angiospermes, qu'il faut chercher les termes de comparaison chez les Cryptogames vasculaires et chez les Gymnospermes. »

Pourtant, chose assez surprenante, ce travail de Treub n'est généralement cité, dans les ouvrages de Botanique, qu'à propos de la *chalazogamie*, particularité que ce savant fut, en effet, le premier à observer. On sait qu'elle consiste en ce que, lorsque le grain de pollen germe sur le pistil, le tube pollinique se développe constamment à l'intérieur des tissus, sans entrer dans la cavité ovarienne, et pénètre dans le nucelle par la chalaze pour atteindre le sac embryonnaire. Chez les Casuarinacées, cette marche assez singulière du tube pollinique paraît dépendre de rapports morphologiques particuliers, précisés d'ailleurs par Treub lui-même. Suivant pas à pas le développement du pistil, il a montré que l'ovaire est surmonté d'une colonne stylaire très courte portant elle-même deux longs stigmates filiformes ; que cet ovaire renferme généralement deux ovules, dont l'un se développe seul ; que cet ovule semi-anatrope est, au niveau de sa courbure supérieure, *adhérent à la base de la colonne stylaire*, de telle sorte qu'il s'établit ainsi un « pont » de parenchyme qui fait communiquer la colonne stylaire avec le tissu placentaire (1) ; que, dès lors, le grain de pollen, qui germe probablement au sommet de la colonne stylaire, au fond de la profonde échancrure angulaire séparant les deux longs stigmates, émet un tube pollinique qui descend dans la colonne stylaire, s'engage dans le « pont d'adhérence », chemine dans le tissu placentaire et gagne la chalaze, par où il passe dans le nucelle.

Treub attribua nécessairement une réelle importance à ce premier cas de « chalazogamie » qu'il lui était donné de découvrir, d'autant plus que jusqu'alors, et d'après une règle posée par Radlkofer, en 1856, on admettait que, chez les Angiospermes, le tube pollinique ne pénétrait dans le nucelle que par le micropyle ; que, en un mot, ces plantes étaient « porogames ».

Aussi, en présence de ces constatations inattendues, Treub considérait-il la famille des Casuarinacées comme l'unique représentante peut-être, parmi les végétaux actuels, du groupe des *Chalazogames* qu'il opposait au groupe des *Porogames* comprenant toutes les autres Angiospermes, avec les deux classes des Dicotylédones et des Monocotylédones.

Mais on sait que, depuis l'époque où parut le Mémoire de Treub,

(1) *Loc. cit.* pl. xv, fig. 4a et 7.

la chalazogamie a été rencontrée chez bon nombre de plantes appartenant, non pas seulement aux Angiospermes inférieures, aux familles d'Apétales, mais aussi chez des végétaux plus élevés en organisation ; il suffit de citer les faits de cet ordre (chalazogamie ou basigamie, mésogamie, acrogamie) mis en évidence par les recherches de Nawaschin d'abord, puis par celles de Miss Benson chez les Amentacées, de Pirotta et Longo chez les Cynomoriacées et les Cucurbitacées, de Zinger chez les Cannabinées, de Murbeck chez *Alchimilla arvensis*, etc. Quelle que soit l'explication qui ait été donnée de ce trajet « endotropique » du tube pollinique dans ces divers cas, il est admis actuellement que la chalazogamie a perdu toute l'importance et surtout toute la valeur phylogénétique que Treub a pu lui attribuer. Elle ne constitue même plus un caractère permettant d'établir des liens d'affinités, comme l'ont pensé Boodle et Worsdell, entre les Casuarinacées et les Amentacées.

Mais il est d'autres faits, remarquablement observés et exposés par Treub dans son travail, qui ont, au point de vue de la phylogénie des *Casuarina*, une importance considérable : ce sont ceux qui concernent le développement du nucelle et du sac embryonnaire chez ces plantes, et qui diffèrent complètement de ce qui s'observe chez les autres Angiospermes. Résumons ces faits. Dans *C. suberosa* et *C. glauca*, on distingue, au-dessous de l'épiderme de la protubérance nucellaire un groupe de deux à quatre grandes cellules qui se cloisonnent ensuite pour donner un massif cellulaire, reconnaissable à sa forme cylindrique, et qui, en s'allongeant suivant l'axe du nucelle, détermine l'aplatissement des cellules voisines. Ce massif cellulaire se prolonge plus ou moins confusément vers la base ovulaire, du côté de la chalaze, tandis qu'il est limité plus nettement par une calotte, du côté du sommet du nucelle. Bientôt la plupart des grandes cellules de ce massif se divisent par quelques cloisons transversales ; celles-ci sont épaisses, réfringentes, et ressemblent beaucoup aux cloisons qui se forment dans la cellule-mère du sac embryonnaire chez les Angiospermes. Ce sont bien, en effet, des cellules-mères des sacs embryonnaires ; car, après ce cloisonnement, un certain nombre des cellules qui en proviennent, deviennent des « cellules de sacs » (1), c'est-à-dire se différencient effectivement en sacs

(1) L. Guignard. *Recherches sur le sac embryonnaire des Phanérogames angiospermes* (An. sc. nat. Bot. 6e série, t. xiii, 1882.)

embryonnaires. Il se formera ainsi toujours dans le nucelle plusieurs et parfois de nombreux sacs embryonnaires.

A ce stade du développement du nucelle on distingue donc, dans l'épais massif cellulaire qui occupe son axe deux sortes d'éléments : d'abord, de petites cellules parenchymateuses, inertes ou n'ayant qu'un rôle trophique, car elles sont destinées a être refoulées et résorbées pendant l'accroissement des cellules de sacs ; et, d'autre part, précisément ces dernières grandes et larges cellules, qui vont se développer en autant de sacs embryonnaires.

Il est impossible de ne pas être frappé des analogies qui existent entre toute cette première phase du développement du nucelle des *Casuarina* et la phase correspondante de l'évolution des sporanges de l'*Equisetum limosum*, telle que l'a décrite Gœbel (1). Aussi est-ce très justement que Treub compare le nucelle des *Casuarina* à un « macrosporange » dans lequel se développe un « tissu sporogène », qui lui-même donne naissance à des « macrospores » ; celles-ci toutefois ne tardent pas à prendre morphologiquement et physiologiquement certains caractères et les propriétés essentielles qui distinguent les sacs embryonnaires d'Angiospermes.

Suivons, en effet, leur développement. Les cellules de sacs, dont le nombre peut varier, dans le nucelle, de quatre à vingt, possèdent au début, d'après Treub, deux noyaux ; elles poussent du côté de la chalaze chacune un long prolongement tubuleux terminé en cœcum, qu'on peut appeler le *cœcum chalazien*, tandis que leur extrémité apicale ou micropylaire se renfle. Les sacs embryonnaires ont ainsi acquis leur forme caractéristique chez les Casuarinacées, avec leur sommet renflé, prolongé inférieurement par le long cœcum chalazien. Dans ce sommet renflé se forme l'appareil sexuel, composé de trois cellules, dont l'une médiane est l'oosphère, tandis que les deux autres, latéralement situées, rappellent, par leur position, les synergides des autres Angiospermes. Mais, selon Treub, ces trois cellules proviennent de la division de l'un des noyaux de la cellule de sac ; aussi l'appareil sexuel du sac embryonnaire des *Casuarina* semble pouvoir être considéré comme un archégone rudimentaire où les deux cellules qui accompagnent l'oosphère seraient les vestiges des « cellules de canal ».

(1) K. Gœbel. *Beitr. zur vergleich. Entwickelungsgeschichte der Sporangien* (Bot. Zeit. 1880, p. 550).

Quel que soit le nombre d'ovules que renferme le pistil, un seul développe son nucelle comme il vient d'être dit ; et quel que soit le nombre de sacs embryonnaires différenciés dans le nucelle, un seul doit être fécondé et produira un embryon.

Treub a suivi le trajet du tube pollinique, son passage par la chalaze et sa marche à travers le nucelle jusqu'au moment où son extrémité vient s'appliquer contre la base du renflement du sac embryonnaire. Mais il n'a observé ni la formation des gamètes mâles dans ce tube, ni, par conséquent, les phénomènes de la fécondation dans le sac embryonnaire.

Néanmoins les faits rassemblés par Treub étaient assez impor tants pour justifier les conclusions de son travail, qui peuvent être résumées de la façon suivante :

1° L'ovule des Casuarinacées offre un état *rudimentaire* qui porte à admettre que ces plantes *proviennent d'ancêtres plus éloignés du type angiosperme qu'elles-mêmes.*

2° Les Casuarinacées occupent très probablement, *par les phénomènes qui se passent dans leur nucelle avant la fécondation, une place tout à fait exceptionnelle, mais un rang inférieur, parmi les Angiospermes.* « La production d'un nombre considérable de macrospores (sacs embryonnaires) dans un macrosporange (nucelle) de *Casuarina*, macrospores qui vont parfois jusqu'à la formation d'un archégone (appareil sexuel), fait plutôt penser à des Cryptogames vasculaires qu'à des Gymnospermes ».

3° L'auteur discerne nettement que, au point de vue de la phylogénie, c'est aux Ptéridophytes qu'il faut rattacher les Casuarinacées et non aux Gymnospermes, car il dit textuellement : « On aurait tort, je crois, de considérer les Casuarinacées comme famille transitoire entre les Gymnospermes d'aujourd'hui et les autres Angiospermes vivant actuellement ».

C'est donc tout à fait à tort que Frye (**11**), qui a repris plus récemment cette étude de l'ovule des *Casuarina*, avance que Treub « a été amené à croire que les Casuarinacées constituent un groupe intermédiaire entre les Angiospermes et les Gymnospermes ». Mais, par ailleurs, ce travail de Frye contient des données intéressantes, qui confirment les résultats obtenus par Treub, et, dans une large mesure, les complètent. Ce botaniste considère comme « un fait indiscutable » la présence de ce « massif de tissu sporogène » que

Treub a signalé dans le jeune nucelle au début de sa formation, et qui, constitué par de grandes cellules à noyau volumineux, se délimite nettement au milieu du parenchyme nucellaire. Il a vu aussi certains éléments de ce tissu sporogène devenir cellules mères des sacs embryonnaires (mégaspores). Pour cela, chacune de ces cellules se divise en quatre par des cloisons transversales ; et c'est généralement l'une des cellules résultant de ce cloisonnement qui grandit et devient sac embryonnaire, tandis que les autres restent stériles, mais ne sont pas toujours résorbées. Le nombre des sacs parvenant à maturité varie beaucoup dans les ovules de *C. stricta*, mais il oscille entre deux et douze. Pendant son développement, toute cellule qui se transforme en sac embryonnaire divise son noyau par des bipartitions répétées en 2, 4 et 8 noyaux. Dans le sac complètement développé, autour de trois de ces noyaux s'organisent trois cellules qui occupent le pôle micropylaire et qui, par leur ensemble, constitue l'appareil sexuel comprenant l'oosphère et les deux cellules latéralement situées, comme les synergides des autres Angiospermes. Trois autres noyaux prennent normalement part à la formation de trois antipodes ; parfois cependant ces cellules antipodes ne se sont pas différenciées dans leur position habituelle, ce qui provient de ce que les trois noyaux antipodiaux se sont engagés dans le long cœcum chalazien dont est pourvu le sac embryonnaire. Quant aux deux noyaux restants, ils se rapprochent l'un de l'autre jusqu'à s'accoler l'un à l'autre, et paraissent se comporter comme les noyaux polaires si caractéristiques du sac embryonnaire des autres Angiospermes. Mais Frye ne paraît pas avoir observé positivement leur fusion.

Pourtant l'auteur a pu combler une partie des lacunes qu'offraient les recherches de Treub, en ce qui concerne le développement du tube pollinique et les phénomènes de la fécondation. Il note à son tour qu'un seul tube pollinique pénètre dans l'ovule et que, de tous les sacs embryonnaires qui se sont développés dans le nucelle, un seul est fécondé. A son extrémité distale le tube pollinique se soude à la base de la partie renflée du sac ; il s'y forme deux gamètes. Ceux-ci passent à l'intérieur du sac embryonnaire. Ce sont, d'après Frye, de *petits corps en forme de croissant* (crescentic bodies), ce qui est une donnée intéressante, à cause de l'analogie que l'on peut établir entre leur forme et la courbure en arc qu'offre la partie posté-

rieure du corps des anthérozoïdes des Equisétacées, tels que les ont figurés Thuret, dès 1851, et plus tard Schacht (1). Quoiqu'il en soit, ces « gamètes en croissant », une fois introduits à l'intérieur du sac embryonnaire, vont produire une double fécondation : l'un deux va s'unir à l'oosphère de la triade sexuelle, tandis que l'autre s'applique contre les deux noyaux polaires accolés, mais non encore fusionnés (2). Tout se passerait donc, à peu de chose près, chez les Casuarinacées comme chez les autres Angiospermes, c'est-à-dire qu'il y a double fécondation ; de plus, contrairement à ce qu'avait pensé Treub, le développement de l'albumen est postérieur à la fécondation de l'oosphère.

Néanmoins tous les faits concordent, depuis l'apparition du nucelle jusqu'à cette phase de la double fécondation du sac embryonnaire, pour montrer qu'en envisageant toute la série des phénomènes ayant pour siège la fleur femelle des Casuarinacées, on assiste aux premiers débuts de l'angiospermie.

En tout cas, l'état rudimentaire qui se manifeste dans la formation du nucelle et des sacs embryonnaires dans les *Casuarina* est certainement beaucoup plus accentué que dans le genre *Peperomia*, groupe de plantes que Campbell (3) a cru pouvoir considérer comme « le type le plus primitif d'Angiospermes qui ait été décrit ». Il n'existe pourtant, à aucun moment, dans le nucelle de *Peperomia*, ce tissu sporogène qui, chez les *Casuarina*, établit une si frappante analogie entre cet organe et un sporange de Ptéridophyte. D'autre part, ce nucelle de *Peperomia* ne renferme qu'un seul sac embryonnaire, dans lequel, il est vrai, se trouve un nombre inusité de noyaux et s'observent des phénomènes nucléaires très différents de ceux qui ont lieu d'ordinaire chez les autres Angiospermes.

Dans la série des Angiospermes, le type *Casuarina* nous paraît donc indiscutablement plus primitif encore que le type *Peperomia*, car il se rapproche davantage des Ptéridophytes.

(à suivre).

(1) V. J. Sachs. *Traité de Botanique*, trad. fr. 1874, p. 485.

(2) *Loc. cit.* pl. xvii, fig. 21.

(3) D. H. Campbell. *The embryo-sac of* Peperomia (An. of Bot., vol. xv, 1901, p. 103).

REVUE DES TRAVAUX DE BOTANIQUE

TROPICALE ET SUBTROPICALE

(1910-1919)

par P. CHOUX

(Suite)

Parmi les Euphorbiacées, nous avons déjà mentionné les huiles de ricin et de pulghère. Nous nous bornerons ici à citer d'abord les graines de *Ricinodendron africanum*, dont l'huile siccative a été étudiée par M. Pieraerts (1) et celles de *Ricinodendron Rautanenii* du Sud-Ouest Africain, qui fournissent aussi une huile fortement siccative (2). Par contre nous ferons une part plus large aux huiles d'*Aleurites*, qui ont pour notre colonie d'Indo-Chine une importance particulière. Une certaine confusion a d'ailleurs régné pendant longtemps au sujet des provenances exactes de ces huiles d'*Aleurites*. D'après Wilson (3), c'est l'*Aleurites Fordii* qui produit les neuf dixièmes de *l'huile de bois* ou *wood oil de Chine*, utilisée localement pour les vernis ou les imperméables et dont on se sert en Europe et en Amérique dans la peinture et l'industrie des vernis. L'*Aleurites montana* a, en Chine, une importance moindre et *l'huile de bois du*

(1) Pieraerts : *Contribution à l'étude chimique des Noix de Sanga-sanga ou Ricinodendron africanum* (Ann. du Mus. col. de Marseille, 25e ann., 3e sér., 5e vol., 1917, 2e fascic., p. 27).

(2) *Neue Ölfrucht in Südwestafrika* (Der Tropenpflanzer, mai 1911, p. 272).
— Sprinkmeyer et Diedrichs : *Mankettinüsse und deren Oele*, Münster, 1914 (D'après Inst. Intern. d'Agric., Bull. rens. agric., n° 503, mai 1915).
— *Manketti-nuts from South West Africa* (Bull. of the Imp. Inst., Vol XV, n° 1, jan. 1917, p. 35).

(3) Wilson : *The wood-oil trees of China and Japan* (id., Vol. XI, july-sept. 1913, p. 441).

Japon est fournie par *l'Aleurites cordata*. M. Lemarié (1) a confirmé que *l'Aleurites cordata* ne se trouve qu'au Japon.

L'*Abrasin* du Tonkin est donc l'*Aleurites montana* et non l'*Aleurites cordata*, comme le disent certains auteurs. On a d'ailleurs jusqu'ici prêté assez peu d'attention en France à ces graines oléagineuses d'*Aleurites montana*, malgré les quelques tentatives faites par les producteurs indo-chinois (2). L'huile n'a que des emplois locaux pour les travaux de laquage (3). MM. Heim et Delhôtel (4) ont cependant montré récemment que l'huile d'abrasin pourrait être employée en savonnerie, en mélange avec les huiles chaudes habituellement utilisées dans la composition des savons mous (potassiques) d'été. Et cette conclusion serait également vraie pour l'huile de *Bancoulier*, *l'Aleurites moluccana* bien connu dans tout l'Extrême-Orient, et qui existe également au Tonkin et en Annam. Cependant, les propriétés siccatives de toutes ces huiles, comme encore celles de *l'Aleurites trisperma* des Philippines, semblent plutôt en faire des succédanés de l'huile de lin (5).

Une autre Euphorbiacée intéressante pour l'Indo-Chine est le *Stillingia sebifera* dont la graine oléagineuse, recouverte d'un tégument blanchâtre graisseux, fournit un *suif végétal*, bien connu en Chine, et qu'il y aurait intérêt à pouvoir produire au Tonkin et dans le

(1) Lemarié : *L'Abrasin du Tonkin* (Bull. économ. de l'Indo-Chine, p. 144, mars-avril 1914).

(2) Touchais : *L'Abrasin au Tonkin* (Congrès d'agric. col. de 1918, p. 528).

(3) Chevost : *loc. cit.* (p. 595).

(4) Heim et Delhôtel : *Essais d'emploi en savonnerie des huiles d'abrasin et de bancoulier du Tonkin* (Bull. de l'off. col., mars 1919, p. 171).

(5) Aguilar : *A comparison of linseed oil and Lumbang oils as a paint vehicles* (The Philippine Journ. of Sc., Vol XII, n° 5, Sect. A, sept. 1917, p. 235).

— Aguilar : *The lumbang oil industry in the Philippine islands* (id. Vol. XIV, Sect. A, n° 3, march 1919).

Voir encore sur les huiles d'*Aleurites*.

— E. Wilcox et Alice Thomson (*Extraction et emplois de l'huile de KuKui aux Hawaï*) Agric. Exp. St. Honolulu, n° 39, fév. 1913 (D'après J. d'Agric. trop., p. 223, juillet 1919).

— Hautefeuille : *L'huile d'Abrasin en Chine et au Tonkin d'après des notes de M. Victor Demange* (J. d'Agric. trop., nov. 1913, p. 326).

— *Mireken nuts ou graines de Bancoulier : Aleurites moluccana* (Agron. col., 30 Avril 1914, n° 10, p. 120).

— *Abrasin et Bancoulier au Dahomey* id., sept.-oct. 1914, p. 109).

Nord-Annam, alors que l'espèce y est surtout cultivée comme plante tinctoriale (1).

Enfin, il serait certainement avantageux pour les planteurs de caoutchouc de pouvoir utiliser les graines d'*Hevea brasiliensis*, dont on peut extraire une huile siccative, utilisable en savonnerie, dans la préparation des peintures, du vernis et des huiles cuites. Tout dépend du coût de la récolte des graines dans les plantations et du prix de vente de l'huile (2). Aucune solution ne parait toutefois être encore intervenue.

Parmi les huiles de BIXACÉES, nous ne pouvons pas ne pas signaler les recherches du *Bureau of science de Manille* sur L'HUILE DE CHAULMOOGRA, utilisée dans le traitement de la lèpre. La véritable huile de Chaulmoogra est donnée par le *Taraktogenos Kurzii*. Mais les huiles d'*Hydnocarpus wightianus, anthelminthicus* et *venenata,* qui lui sont souvent substituées, ont des propriétés physiologiques identiques. Ce serait le cas également de l'huile de *Pangium edule,* alors que celles d'*Hydnocarpus Alcalæ* et surtout de *Gynocardia odorata* ont une composition différente (3).

Les MÉLIACÉES sont susceptibles de fournir à la savonnerie et à la stéarinerie d'autres huiles que celles de mafouraire. Ces huiles ont été étudiées par M. Lecoq dans un travail, que nous n'avons pas vu,

(1) CREVOST : *Note sur le Stillingia sebifera au Tonkin* (Bull. économ. de l'Indo-Chine, mars-avril 1915, p. 190).

— CREVOST : *Plantes oléifères de l'Indo-Chine* (id., nov-déc. 1917, p. 597).

— *Indian trade in oil seeds : Trade in Chinese Tallow* (Bull. of the Imp. Instit., july-sept. 1917, p. 417).

(2) PETCH : *Inexploitabilité des graines d'Hevea pour l'extraction de l'huile* (J. d'Agr. trop., sept. 1910, p. 281).

— *Utilisation of Para rubber seed* (Bull. of the Imp. Instit., p. 35, vol IX, n° 1, 1911).

— *Huile de graines d'Hevea* (J. d'Agr. trop., oct. 1911, p. 316; juillet 1912, (p. 223).

— *The utilisation of Para rubber seed* (Bull. of the Imp. Instit., Vol. XI, n° 4, oct.-déc. 1913, p. 551).

— *Para rubber seed as a source of oil and Feeding Cake* (id., Vol. XVII, oct.-déc. 1919, n° 4, p 543)..

— DUBOSC : *Huile de graines d'Hevea* (Le Caoutchouc et la Gutta-Percha, 15 Mai 1919, p. 9785).

(3) BRILL : *Hydnocarpus venenata : False Chaulmoogra* (The Philippine Journ. of science, sect. A, march 1916, p. 75).

BRILL : *A chemical investigation of the seeds of Pangium edule and of Hydnocarpus Alcalæ* (id., janv. 1917, p 37)

BRILL and WILLIAMS : *The use of Chaulmoogra oil as a specific for leprosy* (id., july 1917, p. 207).

mais que M. Jumelle a résumé dans *Chimie et Industrie* (1). Nous citerons comme plus particulièrement intéressante l'huile du *Carapa procera*, ou *Touloucouna* de la Casamance, employée jadis par la savonnerie marseillaise (2).

L'huile d'*Isano* — grand arbre de la famille des OLACACÉES (*Ongokea Gore)* — qui pourrait être produite en très grande quantité au Congo, paraît au contraire propre à entrer dans la confection des vernis (3). La valeur industrielle de l'huile de *Ximenia americana* paraît moins bien établie (4).

Nous avons déjà cité des SAPOTACÉES à graines oléagineuses, puisque nous avons parlé des *Bassia* et du Karité. Mais, dans nos colonies de l'Afrique occidentale, on utilise encore les huiles de *Baillonella* et de *Dumoria*. Le *Baillonella toxisperma* ou *Njabi* du Cameroun donne une graisse, étudiée par Fickendey (5), ressemblant à celle de Karité et utilisée par les indigènes pour la cuisson des aliments. M. Annet (6) souhaiterait voir les noix de *Njabi* paraître sur le marché français puisqu'en 1913, le Cameroun en avait exporté 306 tonnes.

La graisse du *Mimusops obovata* ou *Moabi* du Congo paraît avan-

(1) LECOQ : *Sur une méthode d'essai des huiles utilisables en savonnuerie. Application aux graines oléagineuses des Méliacées.* (Lons-le-Saulnier, imprimerie Declume, 1917). Cité par Jumelle : *Principales recherches sur les provenances, les modes d'obtention et la composition chimique des fruits et des graines à huile : 1914-1917* (Chimie et Industrie, oct. 1919).

(2) VUILLET : *Les oléagineux sauvages de l'Ouest africain* (Congrès d'Agric. colon, 1918, p. 201).

(3) HÉBERT et HEIM : *Essais d'oxydation des huiles coloniales en vue de la fabrication des vernis* (Bull. de l'Off. col., juillet 1915, p. 362).

HÉBERT et HEIM : *Détermination des constantes industrielles des huiles de « Moabi » et d' « Isano » du Congo français* (id., août-sept. 1915, p. 418).

HÉBERT et HEIM : *Essais relatifs à l'emploi de l'huile d' « Isano » du Congo pour la fabrication des vernis* (id., oct-nov. 1915, p. 520).

(4) PIERAERTS : *Quelques graines oléagineuses africaines* (Ann. Mus. col. Marseille, 1916, 25e ann., 3e sér., 4e vol., 2e fascic., p. 1.)

— « *Wild olive » fruits from South Africa* (Bull. of the Imp. Instit. vol. XV, n° 3, july-sept. 1917, p. 313).

(5) FICKENDEY : *Der Samen von Mimusops Djave* (Der Tropenpflanzer, jan. 1910, p. 29.)

(6) ANNET : *Observations sur le palmier à huile et divers oléagineux du Cameroun* (Congrès d'Agric. col., 1918, p. 413).

tageuse pour la préparation de certains savons (1). Celle de *Dumoria Heckeli*, qui fournit aux indigènes de la Côte d'Ivoire une matière grasse comestible, semble également devoir être recherchée en savonnerie. Malheureusement, comme pour beaucoup d'autres Sapotacées, les tourteaux sont impropres à l'alimentation et ne sont que de médiocres engrais (2).

Une excellente huile siccative serait l'huile de *Benefing (Hyptis spicigera)*, petite plante, spontanée ou cultivée en Afrique occidentale française (3). Les ateliers du chemin de fer Kayes-Niger l'auraient employé avec succès à la place de l'huile de lin (4).

Serait une huile moyennement siccative, qui trouverait particulièrement son application dans la fabrication des savons mous, l'huile d'*Ampelosicyos scandens*, CUCURBITACÉE grimpante de Madagascar, dont la culture serait facile en Imerina, d'après M. Perrier de la Bâthie (5).

Enfin deuxautres Cucurbitacées, le *Sélé* et le *Cocorico* du Congo belge, qui sont, d'après M. Pieraerts, des variétés du *Citrullus vulgaris*, fournissent sur place une huile de table très appréciée.

(1) HÉBERT et HEIM : *Détermination des constantes industrielles des huiles de « Moabi » et d' « Isano » du Congo français* (Bull. de l'off. col., août-sept., 1915, p. 418.)

— HÉBERT et HEIM : *Contribution à l'étude de la graine de « Moabi » du Congo* (id., oct-nov. 1915, p. 524).

(2) HECKEL : *Sur les graines grasses de Makéron ou Dumoria de la côte occidentale d'Afrique* (Les Matières grasses, 1912, n° 51, p. 2791.)

— FOURNIER : *Etude pharmacologique des graines de Dumoria Heckeli et Baillonella toxisperma* (Clermont-Ferrand 1913). (Résumé par Perrot dans la Quinzaine col., 10 Avril 1914, p. 253).

— VUILLET : *loc. cit.* (p. 206).

(3) VUILLET : *Note sur l'Hyptis spicigera ou Bénéfing oléagineux indigène peu connu* (L'Agric. prat. des pays chauds, févr. 1912, p. 163).

(4) *Un succédané de l'huile de lin : le Benefing* (Bull. de l'off. col., juin 1918, p. 345).

(5) *Note sur la matière oléagineuse de certains végétaux* (Bull. économ. de Madag., 1er sem. 1915, p. 90).

— JUMELLE : *Deux plantes oléagineuses de Madagascar* (Expansion coloniale, 2me sem. 1915, n° 83, p. 39).

— JUMELLE et PERRIER DE LA BATHIE : *Nouvelles notes biologiques sur la flore malgache* (Ann. de la Faculté des Sciences de Marseille, 1915, T. XXIII, fasc. II, p. 23).

L'huile de *Sélé* pourrait, en outre, servir en savonnerie (1), tout comme celle de l'espèce type (2).

Tels sont les principaux travaux parus sur les plantes oléagineuses de 1910 à 1919 et on voit combien dans cette période se sont accrues nos connaissances sur l'un des sujets les plus importants de la botanique coloniale appliquée.

Les Cires végétales

Les Cires végétales se rattachent, comme on le sait, étroitement aux substances grasses, puisque ce sont, comme elles, des éthers d'acides gras.

Il n'y a pas très longtemps, d'ailleurs, que l'attention s'est trouvée attirée vers les cires d'origine végétale, qui ont semblé pouvoir arriver à concurrencer les cires animales, en particulier la cire d'abeilles. Une étude d'ensemble de ces cires a été faite par M. Grisard (3), en 1912, qui mentionne onze plantes à cire. Toutes ces espèces productrices sont cependant loin d'avoir la même importance et il n'est pas certain d'autre part que leur place soit bien dans cette catégorie, puisque la *cire du Japon* est extraite de la pulpe des fruits de plusieurs espèces de *Rhus* et n'a pas la composition chimique d'une véritable cire.

La plus recherchée des cires végétales est la cire de *Carnauba*, obtenue d'un palmier du Brésil, le *Copernicia cerifera*. L'Etat de Céara est le grand centre producteur, mais les Etats voisins fournissent aujourd'hui un apport considérable aux exportations. M. Labroy a décrit comment on exploite et on récolte la cire à la face inférieure des feuilles de ce palmier qui vit à l'état sauvage, aucune plantation méthodique de *Copernicia cerifera* n'ayant été entreprise (4).

(1) Pieraerts : *Quelques graines oléagineuses africaines* (Ann. Mus. col. Marseille, 1916, p. 1).

— Pieraerts : *Le Cocorico* (Bull. agricole du Congo belge, sept.-déc. 1917, p. 320).

(2) *Water-melon seeds from the Sudan* (Bull. of the Imp. Instit., vol. XIV, n° 1, april-june 1916, p. 160).

(3) Grisard : *Caractères, provenance et extraction des principales cires végétales* (J. d'Agric. trop., 31 Mars 1912, p. 65).

(4) Labroy : *Le Carnauba (Copernicia cerifera). (Méthode d'exploitation au Brésil* (J. d'Agric. trop., juin 1910, p. 173).

C'est sur le tronc, par contre, qu'on récolte la cire de *Ceroxylon andicolum*, palmier des Andes de l'Amérique du Sud. Cette cire, utilisée en Colombie pour faire des chandelles, pourrait, d'après l'*Imperial Institute* (1), remplacer la cire de *carnauba* et ressemble à la fois à cette cire de *carnauba* et à celle de *candelilla* du Mexique.

Cette dernière provient non plus de Palmiers, mais de diverses Euphorbiacées cactiformes du Nord du Mexique et du Sud des Etats-Unis, et qui paraissent être l'*Euphorbia antisyphilitica*, le *Pedilanthus pavonis* et l'*Euphorbia cerifera* (2). Il y aurait même au Mexique cinq espèces différentes de plantes fournissant de la cire dite *candeltila*, dont deux appartiennent au genre *Pedilanthus*, section *Calceolastrum* et une au genre *Euphorbia* (3). On a fait des essais de culture de ces Euphorbiacées productrices de cire de *candelilla* en Afrique orientale allemande (4).

La *myrtle wax* des Anglais exsude à la surface du fruit de diverses espèces de *Myrica* américaines, comme le *Myrica cerifera* et le *Myrica pubescens*. D'après l'*Imperial Institute*, cette cire ne peut être employée aux mêmes usages (5) que la cire de *carnauba*, en raison de son point de fusion trop bas.

La *berry wax* qui provient du *Myrica cordifolia* de l'Afrique du Sud ressemble beaucoup à la *myrtle wax*. Elle ne paraît pas très apte à la fabrication des bougies, donne un savon blanc et dur et peut servir à la fabrication du cirage pour chaussures et de l'encaustique pour parquets (6).

Les cires d'usage courant n'étant pas produites par nos colonies, il est intéressant de mentionner que, parmi les plantes xérophiles

(1) *A New Palm Wax from Colombia* (Bull. of the Imp. Inst., vol. xv, n° 2, aprile-june 1917, p. 182).

(2) *Candelilla Wax* (Bull. of the Imp. Instit., vol. x, n° 1, aprile 1912, p. 128.)

(3) Ramierez Roman dans la Revista agricola, Mexico, 15 Mai 1918 (Analysé dans Inst. Intern. d'Agric., Bull. des rens. agric., janv. 1919, n° 65).

(4) ZIMMERMANN : *Ueber Candelilla Wachs* (Der Pflanzer, n° 5, mai 1912, p. 249).

(5) *The myrtle wax of South America* (Bull. of the Imp. Instit., vol. xvi, n° 3, july-sept. 1918, p. 287).

(6) *La Cire de Myrica cordifolia* (The South African Journal of Industry, Prétoria ; déc. 1917). (Analysé dans Inst. Intern. d'Agric., Bull. des rens. agric. n° 469, avril 1918).

de l'Ouest et du Sud-Ouest de Madagascar, trois espèces possèdent un revêtement cireux, parfois si abondant, qu'il serait désirable qu'on pût l'utiliser industriellement (1). Ces trois plantes à cire sont deux Euphorbiacées, l'*Euphorbia xylophylloides* Brongn. (*Euphorbia enterophora* Drake), l'*Euphorbia stenoclada* et une Asclépiadacée le *Cynanchum Messeri*.

Nous avons étudié, en 1912, ce revêtement cireux dans ces diverses espèces et dans deux autres Euphorbiacées aphylles malgaches, l'*Euphorbia leucodendron* Drake et l'*Euphorbia oncoclada* Drake (2). Nous avons constaté, au moyen de coupes transversales, que c'est dans l'*Euphorbia xylophylloides* que la couche de cire offre le maximum d'épaisseur, ce qui concorde bien avec les chiffres de rendement que donne M. Perrier de la Bâthie. Cet enduit cireux, qui revêt toute la partie aérienne de la plante, n'est interrompu qu'au niveau des stomates. Mais, alors que dans l'*Euphorbia xylophylloides* et l'*E. stenoclada* les stomates sont à fente longitudinale et les ouvertures de ces stomates sur la pellicule de cire également allongées dans le sens de la longueur, et que dans l'*E. leucodendron* stomates et ouvertures sont disposés transversalement, dans l'*E. oncoclada* les ouvertures sont régulièrement arrondies et ne sont donc point allongées dans le sens de la fente stomatique, qui dans le cas présent est transversale. Le rapport signalé dans les trois premières espèces entre le sens de la fente stomatique et le sens de l'ouverture stomatique sur la pellicule de cire n'existe plus ici.

D'après MM. Hébert et Heim, les trois cires décrites par MM. Jumelle et Perrier de la Bâthie tiennent par leurs constantes et leurs compositions à la fois des cires végétales jusqu'ici connues et de la cire d'abeilles (3). Les méthodes habituelles de blanchiment des cires ne conduisent qu'à des résultats peu satisfaisants. Au

(1) H. Jumelle et H. Perrier de la Bathie : *Trois plantes à cire de Madagascar* (J. d'Agric. trop., avril 1912, p. 98).

(2) P. Choux : *Sur le revêtement cireux de quelques plantes aphylles du Sud-Ouest de Madagascar* (Bull. de la Société Linnéenne de Provence, Marseille, 1912, p. 203).

(3) Hébert et Heim : *Sur trois nouvelles cires de Madagascar* (Bull. de l'off colonial, n° 86, février 1915, p. 96).

contraire un mélange à parties égales d'acétone et de benzine a donné des cires à peine jaunâtres (1).

B. — LES PLANTES TEXTILES

Si les plantes oléagineuses sont très répandues dans les régions tropicales et subtropicales, ces mêmes zones sont également riches en plantes textiles, dont les produits sont venus s'ajouter aux textiles anciennement connus dans nos contrées tempérées, le lin et le chanvre. Comme le font la plupart des auteurs, nous englobons d'ailleurs ici, sous la dénomination de plantes textiles, non seulement celles dont les produits peuvent être filés et tissés, mais encore celles qui fournissent des matières utilisables en corderie, en brosserie ou employées comme matière de rembourrage ou dans la fabrication de la pâte à papier.

On sait, d'autre part, que les matières textiles, considérées au point de vue de leur origine, peuvent être des poils ou des fibres. Nous passerons donc successivement en revue les plantes qui donnent des poils textiles, puis celles qui renferment dans leur corps des fibres textiles.

Avant d'entrer dans le détail, signalons tout de suite l'ouvrage de M. Beauverie sur les textiles végétaux, dans lequel la part la plus large est faite aux plantes textiles exotiques et coloniales. Il n'existait guère dans notre littérature, avant 1913, d'ouvrage traitant avec quelque développement de l'ensemble de la question. M. Beauverie a su combler cette lacune et grouper des matériaux auparavant très dispersés (2).

Cotonnier

La question cotonnière est de plus en plus à l'ordre du jour. Le monopole des Etats-Unis et la prétention affirmée de l'industrie cotonnière américaine de manufacturer tout le coton produit dans

(1) Hebert et Heim : *Essais de décoloration de divers corps gras des colonies françaises. Blanchiment des cires de Madagascar d'Euphorbia stenoclada, Euphorbia xylophylloides et Cynanchum Messeri* (Bull. de l'Off. col., n° 87, mars 1915, p. 133).

(2) Beauverie : *Les Textiles végétaux* (Gauthier-Villars, Paris, 1913).

le pays ont montré impérieusement la nécessité pour les principales puissances de s'assurer une production indépendante de coton.

D'autre part, la culture du coton ne peut être entreprise avec des moyens de fortune et réclame des conditions assez spéciales. De même encore, l'existence de très nombreuses variétés ayant des exigences diverses et surtout fournissant des produits de valeur différente donne aux questions d'acclimatement, d'amélioration et de sélection de ces variétés un intérêt tout particulier.

Aussi, pendant la période 1910-1919, le problème cotonnier a-t-il vivement préoccupé les botanistes et les économistes et nous avons à signaler sur ce sujet un nombre assez considérable de travaux.

Les CONDITIONS CLIMATÉRIQUES nécessaires à la réussite du cotonnier ont une importance qui ne doit pas échapper au planteur et la physiologie a fourni sur ce point des données précises que la culture a su utiliser. C'est ainsi qu'il a été montré que l'eau est indispensable au moment de la floraison. L'époque à laquelle les fleurs éclosent avec la plus grande rapidité et celle où les plantes consomment le plus d'eau paraissent être en corrélation étroite. La sécheresse au moment de la formation des fleurs provoque au contraire une forte chute des boutons floraux (1).

Il faut encore de l'eau lors de la formation des capsules. Kelsick (2) — confirmant les résultats obtenus en Egypte, où quelques jours après l'irrigation on constate un accroissement de longueur de la soie — a vu qu'à la station expérimentale de la Guérite (St-Kitts, Petites Antilles) la longueur de la soie dépend de la quantité d'eau que la plante a reçue pendant la période de développement des capsules.

Des recherches d'un autre ordre effectuées à la station d'essais de la Golodnaia Steppa, région de Samarkand (Asie Russe), ont montré qu'avec le temps il y a diminution des quantités relatives d'azote, d'extractifs non azotés et de cendres. La composition centésimale des cendres caractérise le coton comme une plante qui exige de la potasse avant tout, ensuite de la chaux et enfin du phos-

(1) CLELLAND : *Epoque à laquelle le cotonnier consomme la plus grande quantité d'eau* (Journ. of the Amer. soc. of Agronomy, Washington, avril 1918) (D'après Inst. Intern. d'Agric., Bull. d. rens. agric., n° 982, sept. 1918).

(2) KELSICK : *Some observations on the relation of Lint length to rainfall* (West Indian Bull., vol. XVII, n° 2, 1918, p. 79).

phore. A mesure que la plante se développe a lieu l'accumulation de la cellulose brute et des pentosanes qui forment les parois cellulaires (1).

Des expériences de FUMURE faites à Saint-Vincent ont confirmé celles de Rogalsky en ce qui concerne la potasse. C'est en effet la potasse qui a donné le meilleur rendement et la rouille du cotonnier paraît due à une pénurie de ce corps (2).

(A suivre.)

(1) ROGALSKY : *Analyse du coton dans les phases principales de son développement* (Revue d'agric. expérimentale, Pétrograd, 1916) (D'après Inst. Intern. d'Agric. Bull. des rens. agricoles, n° 1079, oct. 1916).

(2) HARLAND : *Manurial Experiments with Sea Island Cotton in Saint-Vincent, in 1917-1918* (West Indian Bull., vol. XVII, n° 2, 1918, p. 69).

REVUE DES TRAVAUX
DE
PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE
PUBLIÉS DANS LE COURS DES ANNÉES 1910-1919

2me Partie : MÉSOZOÏQUE
(du Trias au Wealdien inclus)

par M. A. CARPENTIER

(suite)

La flore de Lunz (Basse-Autriche), si riche en belles empreintes de Fougères et de Cycadophytes a fait l'objet de notes ou mémoires de la part de M. Krasser (1). Les empreintes de plantes filicoïdes rapportées par Stur aux Marattiales sont réparties en de nombreux genres dont M. Krasser donne les diagnoses. Ce groupement ne peut être que provisoire. Si plusieurs frondes fertiles (*Pseudodanæopsis*, certains *Tæniopteris* de Stur) sont à placer parmi les Marattiales, de l'avis même de M. Seward le genre *Coniopteris* Brongt. a des affinités avec les *Cyathéacées*, le genre *Speirocarpus* Stur est apparenté aux *Osmondacées* (2). Parmi les Cycadophytes, les *Pterophyllum* de Lunz sont groupés autour de deux espèces à caractères bien tranchés : le *Pter. Jaegeri* à folioles longues, étroites et rétrécies à la base et le *Pter. Lunzense* à larges pinnules. Des feuilles de *Cordaitales* très semblables à celles du *Nœggerathiopsis Hislopi* (Bunb.) du Permo-Trias indien ont été recueillies à Lunz.

(1) Fr. Krasser : Die Diagnosen der von Dionysius Stur in der obertriasischen Flora der Lunzerschichten als Marattiaceen Arten unterschiedenen Farne (*Sitzungsb. d. Kais. Akademie der Wissenschaften Math. Naturw.* CXVIII, S. 16, Wien 1909). — Zur Kenntnis der fossilen Flora der Lunzen Schichten (*Jahrb. d. K. K. geolog. Reichanstalt*, LIX, 1 ; S. 101-125 ; Wien ; 1909).

(2) A. C. Seward : *Fossil plants*, II, pp. 332 et 367.

Suède. — Les dépôts mésozoïques précrétacés de la Scanie ont fait l'objet d'une note d'ensemble de Nathorst (1). Ils se trouvent surtout développés dans le district d'Hoeganaes ou région d'Helsingborg, au nord-ouest de la Scanie et diminuent d'épaisseur vers le sud (district de Stabharp). A Hoeganaes, où le rhétien atteint 225 mètres d'épaisseur, on exploite à sa base des veines de houille.

Le plus ancien horizon à plantes fossiles est la zone à *Dictyophyllum exile*, où l'on rencontre aussi des Equisétinées (*Neocalamites*), des *Clathropteris*, des Cycadophytes (*Ctenis*, *Ptilozamites*, *Pterophyllum*, *Anomozamites*) et les fructifications de genre *Wielandiella*.

Vient au-dessus la zone à *Camptopteris spiralis*, à empreintes moins nombreuses, mais d'espèces plus variées, recueillies à Bjuf, Hyllinge, Skromberga ; citons *Stachyotaxus septentrionalis*, *Baiera paucipartita*, *Ptilozamites Nilssoni*, *Sagenopteris undulata*, *Lepidopteris* Ottonis.

Au toit de la veine de houille la plus récente, l'horizon à *Equisetites gracilis* est immédiatement inférieur à la zone à *Thaumatopteris Schenki* qui établit la transition entre les dépôts lacustres et houillers et les couches rhétiennes à faciès marin des environs d'Helsingborg. Le *Dictyophyllum acutilobum* qui apparaît dans cette zone devient caractéristique d'une nouvelle zone que Nathorst considère comme antérieure à la zone à *Nilssonia polymorpha* de Palsjoe, du Rhétien tout à fait supérieur confinant et passant au Lias.

Dans le Sud-Est de la Scanie, Nathorst a découvert des plantes fossiles mésozoïques. Dès 1876, MM. Moeller et Halle ont étudié les empreintes de plusieurs gisements de cette région. D'après eux les couches de Munka Taegarp à *Thaumatopteris Schenki*, *Gutbiera angustiloba* et *Woodwardites microlobus* se placent sans conteste dans le Rhétien. Les grès à végétaux de Roedalberg à *Gutbiera*, *Laccopteris* sp., *Sagenopteris* et *Nilssonia* sont stratigraphiquement plus élevés (Rhétien ou Lias) (2).

Nous ne faisons que rappeler pour l'instant que de nombreuses

(1) A. G. Nathorst : Les dépôts mésozoïques précrétacés de la Scanie (*Geologiska Föreningens Stockholm Förhandlingar*, XXXII, 3, pp. 487-532, 12 fig., Mars 1910).

(2) H. J. Möller et T. G. Halle : The fossil flora of the coal-bearing deposits of South-Eastern Scania (*Arkiv för Botanik*, XIII, n. 7, pp. 1-45 ; pl. 2, 6 ; 1913).

contributions à l'étude spéciale de la flore rhétienne de Scanie sont dues à l'activité de l'Ecole de Stockholm. Citons les mémoires de Nathorst sur les genres *Palyssia, Sachyotaxus, Cycadocarpidium, Nilssonia* et leurs espèces rhétiennes ; les travaux de M. Halle sur les *Equisetites*, les *Sagenopteris*, sa découverte d'une *Cordaitale* rhétienne ; le mémoire de M. Antevs sur le genre essentiellement rhétien *Ptilozamites* et une étude du même auteur relative au *Lepidopteris Ottonis* et à l'*Antholithus Zeilleri*.

Spitzberg. — A l'Ouest de la baie d'Ekkam, au-dessus des couches à *Daonella*, la mission Hoegboms (1909) a découvert des empreintes végétales, sur lesquelles Nathorst attire l'attention dans un mémoire d'ensemble sur le Spitzberg (1). Le savant suédois insiste de façon spéciale sur des affinités de flore entre ce gisement de Bertil-Berg et le Trias supérieur de Bellsund. Il rappelle que M. Gothan a décrit un *Dadoxylon* triasique du Spitzberg (2).

Au Sud de la baie de Van-Keulen les végétaux fossiles recueillis par Nathorst et Andersson (*Equisetites* cf. *scanicus*, *Podozamites lanceolatus)* paraissent indiquer l'âge rhétien des formations. Le Trias passe d'ailleurs insensiblement au Rhétien. Le retrait de la mer a duré jusqu'au Jurassique supérieur.

Amérique du Nord. — Des débris de plantes fossiles ont été découverts dans des grès lignitifères de la baie de Fundy New-Brunswick (Canada). Miss Holden (3) qui les a étudiés a reconnu des étuis médullaires de genre *Tylodendron* et les attribue au *Voltzia coburgensis* Schaur. Ils ressemblent à ceux du *Voltzia heterophylla* (4). La découverte de ces fossiles communs à ces grès canadiens et au Trias d'Europe (Keuper de Coburg) est importante au point de vue stratigraphique. Dans l'opinion de Miss Holden ces grès se placeraient dans le *Keuper inférieur*.

(1) A. G. Nathorst : Beiträge zur Geologie der Bären-Insel, Spitzbergens und des König-Karl-Landes. (*Bull. Geol. Instit. of Upsala*, X, pp. 261-416 ; Taf. XIV-XV ; 97 fig. ; Upsala, 1910.)

(2) W. Gothan : Die fossilen Holzreste von Spitzbergen (*Kungl. Svenska Vetenskaps. Handl.*, XLV, N. 8, pp. 8-10 ; 1910).

(3) Ruth Holden : Some fossil plants from Eastern Canada (*Annals of Botany*, XXVII, pp. 248-255 ; pl. XXII, XXIII ; april 1913).

(4) Cf. A. C. Seward : *Fossil plants*, IX, p. 292.

M. Wherry (1) a publié plusieurs notes sur des bois silicifiés et des empreintes des Trias de Pensylvanie (Etats-Unis). Il a reconnu l'existence de tiges de *Dadoxylon (Araucaryoxylon)*, dont une espèce nouvelle différant du *D. virginianum* et du *D. Woodworthi* Knowlton du Trias supérieur (Virginie) ; une autre tige décrite sous le nom de *Brachyoxylon*, malgré certains traits communs avec les *Cedroxylon*, ne peut être attribuée au genre *Cedroxylon* (2). Certains de ces bois offrent des « anneaux annuels », d'autres en sont dépourvus.

Le même auteur a fait paraître une note plus générale sur le *groupe de Newark* ou *New red group* de Pensylvanie (3). Il discute le bien-fondé de l'opinion de M. Smith Lyman, qui attribue au Permien la base du groupe. La présence de *Schizoneura* sp., de *Cycadites* sp. à Holicong (comté de Bucks), de *Pterozamites*, *Ctenophyllum* concorde avec les résulats fournis par la faune ichthyologique (4) : le groupe de Newark est en partie synchronique du *Muschelkalk supérieur* ou *Keuper inférieur* d'Europe. Les *schistes de Norristown* (Pensylvanie), de Stockton (New-Jersey) sont à ranger dans le *Bunter* ou *Trias inférieur*.

La flore de ces formations de Norristown, comté des Bucks, a été analysée par M. Brown (5), qui décrit des Cycadinées (*Podozamites, Zamites*), des Conifères de genres *Cheirolepis* et *Palyssia* ou mieux *Elatocladus*.

Dans le Trias supérieur de la Virginie M. Berry (6) signale un *Neocalamites* nouveau, dont les feuilles égales, uninerviées sont de 9

(1) E. T. Wherry : Silicified wood from the Triassic of Pennsylvania (*Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia*, LXIV, pt. II, pp. 366-372, 1 carte, pl. III et IV ; 1912). — Two new fossil plants from the Triassic of Pennsylvania (*Ibid.*, LXVIII, pp. 327-329 ; 1916).

(2) Cf. A. C. Seward : *Fossil plants*, IV, p. 218.

(3) Edgar T. Wherry : Age and correlation of the « New Red » or Newark group in Pensylvania (*Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia*, LXIV, pt. II, pp. 373-379, 1912).

(4) Cf. C. R. Eastman : Triassic fiscukes of Connecticut (*Bull. Connecticut Geol. Nat. Hist. Surv* ; n. 18, pp. 23-25 ; 1911).

(5) A. P. Brown : New Cycads and Conifers from the Trias of Pennsylvania (*Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia*, LXIII, pp. 17-21 ; pl. I-V ; 1911).

(6) E. W. Berry in *Botanical Gazette* LIII, pp. 174-180 ; pl. 17. february 1912. *American Journ. Sc.* XLV, pp. 445-448, 1918. — *Bull. Torrey. Bot. Club.*, XLV, pp. 279-285 ; 1918.

à 10 par verticille et le *Clathropteris platyphylla* (*Diptérinées*). M. Jeffrey a de son côté attiré l'attention sur un nouveau genre de bois fossile (g. *Woodworthia*) distingué dans une forêt pétrifiée d'âge triasique de l'Arizona.

Afrique australe. — M. Seward (1) a étudié la flore des lits de Molteno, dans la Colonie du Cap, et a conclu à leur âge rhétien. La base du Karroo supérieur ou de la Série de Stormberg n'a pas fourni d'empreintes du genre *Glossopteris*, qui tient une grande place dans les flores du Karroo moyen et du Karroo supérieur. De même la flore de Molteno ne compte pas de *Clathropteris*, de *Dictyophyllum* ou de *Camptopteris* si caractéristiques de la flore rhétienne du Tonkin. M. Seward a signalé des espèces nouvelles (*Thinnfeldia sphenopteroides*, *Cladophlebis stormbergensis*) et un genre voisin des *Cladophlebis* (g. *Stormbergia*) dans la Série de Stormberg (2).

Madagascar. — C'est au Trias et à la zone inférieure du Keuper qu'appartiennent, de l'avis de Zeiller (3), les couches schisto-gréseuses à végétaux découverts dans la partie occidentale de Madagascar par M. Perrier de la Bâthie. Certaines formes de *Cladophlebis*, *Lepidopteris*, *Danæopsis*, *Voltzia* sont communes à cette flore et à la flore triasique d'Europe ou d'Amérique du Nord ; d'autres espèces de *Schizoneura*, *Nœggerathiopsis* plaident en faveur d'affinités avec la flore permo-triasique de l'Inde.

Tonkin-Indo-Chine. — Aux espèces déjà reconnues par Zeiller comme appartenant au genre *Dictyophyllum*, il faut ajouter d'après F. Pelourde (4), deux nouvelles formes provenant aussi du Rhétien de Hon-Gay (Tonkin).

A l'Est du Tonkin, M. Deprat (5) a reconnu la grande extension

(1) A. C. Seward : Fossil plants from South Africa (*Quart. Journ. Geol. Soc.*, LXIV, pp. 83-108 ; pl. II-VIII ; 1908).

(2) A. C. Seward : A new genus of fossil plants from the Stormberg Series of Cape Colony (*Geol. Magaz.* N. S. Dec., V, VIII, pp. 298-299 ; pl. XIV ; 1911).

(3) R. Zeiller : Sur une flore triasique découverte à Madagascar par M. Perrier de la Bâthie (*C. R. Ac. Sc. Paris*, CLIII, pp. 230-235 ; 24 juillet 1911).

(4) F. Pelourde : Note préliminaire sur deux espèces nouvelles de *Dictyophyllum* du Tonkin. (*Bull. Museum Hist. Nat. Paris*, 1912, n° 4). — Sur quelques végétaux fossiles du Tonkin (*Bull. Serv. géol. de l'Indo-Chine*, I, fasc. I, pp. 1-11 ; pl. I-II ; 1913).

(5) J. Deprat : Sur la présence du Rhétien marin avec charbon gras sur la bordure orientale du delta du Fleuve Rouge (Tonkin) (*C. R. Ac. Sc. Paris*, CLVIII, 16 mars 1914, pp. 815-817).

des dépôts rhétiens. Au *Myophoria napengensis* se trouvent associés les *Cladophlebis Rœsserti*, *Tæniopteris Jourdyi*, *Glossopteris* cf. *indica*, *Pterophyllum Tietzi*. M. Mansuy (1) a signalé la flore rhétienne de Hongay dans le gisement de charbon de Phan-Mé sur la feuille de Tuyen Quang, dans la région de Ban-San (feuille de Dien-Bien-Phu) et dans le gîte de charbon de Cho Bo sur la Rivière noire. Dans ces deux dernières localités cette flore est associée à des fossiles animaux (g. *Protocardia*, g. *Hettangia*); découverte qui confirme une fois de plus le bien fondé de l'attribution au Rhétien de ces gîtes de charbons du Tonkin.

Mlle Colani (2) a rapporté au genre *Araucarioxylon* des bois provenant du Rhétien du Tonkin, de l'Annam et du Laos.

Au cours d'une mission dans les provinces chinoises du Yunnan et de Se-Tschuen, le Dr Legendre a recueilli un certain nombre de plantes fossiles, que F. Pelourde (3) a déterminées. Ce sont le *Schizoneura Carrerei* Zeill., trouvé à Liao Kao Chao (Se-Tschuen) et que R. Zeiller avait signalé dans les houillères rhétiennes du Tonkin ; le *Cladophlebis Nebbensis* Brgt., espèce cosmopolite, connue dans le Rhétien, en particulier aux mines de Hongay (Tonkin), mais aussi dans le Lias inférieur ; *Dictyophyllum* sp. ; un *Podozamites* voisin du *P. distans* qui parait avoir existé depuis le Rhétien jusque dans l'Oolithe. Cette flore permet d'attribuer ces gisements du Se-Tschuen à l'étage rhétien.

(A suivre)

(1) H. Mansuy : Les récentes découvertes paléontologiques en Indo-Chine (*C. R. Ac. Sc.*, CLIV, p. 1842, 24 juin 1912).

(2) Mlle Colani : Sur quelques Araucarioxylon indo-chinois (*Bull. Serv. Geol. Indo-Chine* VI, 1919, Fasc. II, 10 pages, 2 pl.).

(3) F. Pelourde : Sur la signification géologique de quelques végétaux fossiles recueillis par le Docteur Legendre dans le Sud-Ouest de la Chine. (*Bull. Soc. Géol. de France*, 4e sér., XIV, pp. 179-186 ; pl. V ; 1914).

Nemours. — Imp. André Lesot. *Le Gerant :* Emile Michaudon.

LES AGAURIA DE MADAGASCAR

par M. H. PERRIER DE LA BÂTHIE

Les *Agauria* malgaches sont des arbres tortueux et bas, vivant ordinairement mélangés à de nombreuses autres essences, mais néanmoins assez étroitement localisés sur des stations sporadiques très nettement circonscrites. Ces petits arbres, que les malgaches nomment *Angavodia* ou *Angavodiana*, ne croissent que dans les régions orientale et centrale de la Flore du Vent, mais on les trouve sur toute l'étendue de ces deux régions, des dunes littorales aux cimes des plus hautes montagnes. On en a signalé jusqu'à ce jour six espèces. Une, *Agauria salicifolia* Hook. fils, existe aussi aux Mascareignes et en Afrique tropicale ; une autre, *A. buxifolia* Comm., se retrouve à Bourbon ; les 4 autres (*A. Bojeri* DC. ; *A. littoralis* DC. ; *A. polyphylla* Baker ; *A. nummulariaefolia* Baker) seraient endémiques (1). J'en ai moi-même récolté dans 25 stations différentes, réparties sur les deux régions où habitent ces plantes, 27 numéros qui représentent le genre dans mon herbier.

Or, en essayant de déterminer ces échantillons, je me suis trouvé en face d'un fait singulier : deux seulement, provenant sans doute de la même localité que les types de ces espèces, correspondaient aux descriptions de *A. littoralis* DC. et de *A. polyphylla* Baker. Aucun des autres ne répondait exactement aux autres espèces ci-dessus énumérées. Bien plus, chacun d'entre eux avait des caractères propres et différait par quelques points de tous les autres. En d'autres termes, les 27 Agauria de mon herbier représentaient 27 formes différentes, dont deux seulement pouvaient être déterminées *A. littoralis* DC. et *A. polyphylla* Baker.

(1) *Compendium* du Rev. Baron, Ericacées.

Plusieurs manières d'envisager ce cas embarrassant se présentaient à moi. La 1re était de faire mes déterminations « à l'emporte-pièce », c'est-à-dire en négligeant les caractères embarrassants et les formes intermédiaires, pour grouper toutes ces plantes autour de quelques types plus saillants. J'aurais pu, par exemple, rassembler : sous le nom *A. salicifolia*, toutes les formes à grandes feuilles oblongues de la forêt orientale ; sous le nom d'*A. buxifolia* (avec en synonymie *A. polyphylla* et *A. nummulariaefolia*) toutes celles à feuilles petites et plus ou moins cordées, des montagnes ; sous le nom d'*A. littoralis*, toutes celles des mêmes lieux, à feuilles petites et étroites ; enfin, sous le nom d'*A. Bojeri*, tous les intermédiaires entre les précédentes que l'on trouve entre la forêt orientale et les montagnes du centre. Cette manière de faire m'a semblé manquer d'intérêt : elle éludait la question, sans y répondre.

J'aurais pu aussi décrire 25 des formes de mon herbier comme autant d'espèces nouvelles. Cette manière de voir était moins satisfaisante encore. Au lieu de l'éclaircir, elle aurait compliqué le problème et l'aurait même amené plus tard à un état de complication plus grande encore, car il est probable que ces 27 formes d'*Agauria* ne sont pas les seules et qu'il en reste beaucoup à découvrir.

Il restait à considérer les *Agauria* malgaches comme une espèce très polymorphe, très ubiquiste, très plastique, vivant aussi bien sur les sables littoraux de l'est que sur les montagnes du centre et se modifiant à l'infini suivant les milieux très divers dont elle peut s'accomoder. C'est à cette dernière manière de voir, qui cadre mieux avec les faits que j'ai observés, que je me suis arrêté.

D'ailleurs que les faits soient interprétés d'une façon ou d'une autre importe peu. Ce qu'il faut, c'est surtout bien établir ces faits et mettre en lumière autant que possible les circonstances dans lesquelles ils se produisent. C'est dans ce but que je vais examiner une à une toutes les formes de mon herbier, étudier les caractères qui distinguent ces formes ou au contraire les relient, et rechercher quels rapports peuvent exister entre ces caractères et les stations diverses où croissent ces plantes.

Les *Agauria* ont tous, comme l'on sait, un calice à 5 lobes presque libres ; une corolle urcéolée à 5 lobes courts ; 10 étamines à filets velus et élargis à la base, à anthères adnées, en bouteille, mutiques ; un ovaire à 5 loges, à style droit et à stigmate capité ; et

une capsule loculicide, avec des graines abondantes, linéaires, prolongées en ailes étroites aux deux bouts. Il ne sera pas question de ces caractères génériques au cours des descriptions qui suivent, non plus que des caractères tirés des bractées et de la forme des corolles. Ces derniers donnent bien de très bons caractères pour distinguer les formes, mais comme les bractées sont très caduques et que les corolles se déforment sur les échantillons d'herbier, j'ai été forcé de les laisser de côté.

Ces arbres résistent assez bien aux feux de brousse et leurs souches, longtemps après la disparition complète des troncs, continuent encore à végéter et à émettre des rejets. Ces rejets ont des feuilles plus grandes, plus minces, de vestiture et de forme d'ailleurs assez variables. Il a paru également nécessaire d'écarter soigneusement, sous peine de confusion, toute variation de ce genre. Dans les descriptions qui vont suivre, seuls seront donc comparés entre eux *des rameaux adultes portant des feuilles adultes et des fleurs ou des fruits.*

Pour plus de clarté, j'ai groupé toutes ces formes en quatre séries, mais ces séries n'ont pas de limites précises et passent de l'une à l'autre d'une manière insensible. Je commencerai par les formes à grandes feuilles de la région orientale pour finir par les formes à petites feuilles cordées de la région centrale. Les caractères les plus saillants sont soulignés.

Série A. — Limbe des feuilles ayant plus de 5 cm. de long ; pétiole ayant, en général, plus de 10 mm. de long (V. Pl. 7).

No 13982 : Sur la Mandraka, vers 1000 m. d'altitude, dans un endroit humide de la forêt à sous-bois herbacé, sur les limites orientales de la région du centre (sur argiles latéritiques de gneiss) :

Glabre, sans soies ni glandes, les parties très jeunes seulement pubérulentes ; pétiole de 8-12 mm. ; limbe elliptique parallèle atténué aux deux bouts, de 95-105 × 24-30 mm. ; sans sillons latéraux en dessus (1) ; inflorescence égalant les feuilles ou plus courte ; pédicelle 3 mm.; sépales plus larges que hauts, 1 mm. 3/4 ×

(1) Ces sillons, qui sont les traces laissées sur le limbe par les replis de la feuille dans le bourgeon, sont analogues à ceux qu'on voit sur le limbe des feuilles des Sarcolaena (Chlaenacées).

2 mm., obtus, à peine ciliolés : corolle glabre aussi large que haute (9 × 8-9 mm.) ; filets de 4-5 mm., anthères de 1 mm. 1/2 ; style un peu exsert, glabre ; *ovaire glabre.*

N° **7333** : Manankazo, au N. E. d'Ankazobe, vers 1400 m. alt., endroits humides sur argiles latéritiques de gneiss, bois des pentes occidentales, région centrale :

Diffère du précédent par un pétiole relativement plus long (8-15 mm.) pour un limbe plus court et plus large (en moyenne 90 × 30 mm.), avec des sillons latéraux en dessus ; l'axe de l'inflorescence portant *quelques rares soies glanduleuses* ; les pédicelles plus longs, de 4-5 mm. ; les sépales glabres plus longs que larges (3 × 2 1/2 mm.) ; la corolle plus longue et plus étroite, de 11-13 mm. × 5 mm. de large au milieu ; les filets plus allongés de 5 mm., portant des anthères de 2 mm. ; enfin le style de 15 mm., plus exsert.

N° **14868** : Bords de la Mananara, vers 1000 m. alt., Imerina du Nord :

Très semblable à 7333, mais feuilles un peu plus grandes (pétiole 13 mm. ; limbe 105 × 37 mm.) ; sépales un peu contractés en pointe arrondie ; corolle plus courte (10 mm.) d'une autre forme, de couleur verdâtre. Les filets des étamines ont 5 mm. de long et les anthères 1 mm. 1/2.

Les feuilles des rejets et des jeunes rameaux de cette plante sont très variables de forme et de dimensions ; elliptiques, arrondies aux deux bouts, plus petites que celle des rameaux florifères (60 × 26 mm.) ; petites et étroites, arrondies et mucronées au sommet, un peu en croix à la base (55 × 35 mm.) ; étroites et longuement parallèles, courtement aiguës aux deux bouts (100 × 23).

N° **7013** : Ht. Anosivola, vers 700 m. alt., sur argiles latéritiques de gneiss ; forêt orientale sur les limites de la région centrale :

Diffère du précédent par des pétioles de 11-14 mm., pour un limbe de 110 × 40 mm., en moyenne, *un peu obovale, à plus grande largeur au-dessus du milieu*, sans sillons latéraux en dessus ; des sépales de 3 1/2 × 2 1/2 mm., obtus, ciliés, munis sur le dos de quelques glandes longuement pédiculées. La corolle a 10 mm. de long sur 6 mm. de large au milieu ; les filets 5 mm. pour anthères de

1 3/4 à 2 mm. de long ; le style est légèrement exsert ; la capsule déprimée, *globuleuse à angles arrondis,* a un diamètre de 8-10 mm.

N° 7002 : Base du Mt. Tsaratanana, vers 1300 m., près d'un cours d'eau, sur sol alluvionnaire de gneiss :

Diffère des précédents par ses pétioles de 20 à 30 mm ; son limbe, mesurant jusqu'à 110 × 30 mm., plus large au tiers inférieur, plus courtement atténué dans le bas, plus longuement au contraire dans le haut, avec des sillons latéraux nets en dessus. L'axe est en outre muni de *longues soies glanduleuses ;* les sépales de 3 mm. × 2 mm. sont ciliés et *arrondis* au sommet ; la corolle a 9-10 × 5 1/2 mm. ; les filets ont 4 mm. 1/2 pour une anthère de 2 mm. long ; le style est légèrement exsert ; *la capsule à angles saillants et plus large que haute,* mesure 7-9 mm. *L'ovaire est glabre.*

N° 7367 : Bois sec, sur basalte, vers 800 m. d'altitude, Ankaizina, au N. de la région centrale, sur les limites de la région du Sambirano :

Glabre, avec jeunes parties plus pubérulentes que dans le N° 7003 ; pétiole 10-15 mm ; limbe long, étroit, *atténué également des deux côtés,* mesurant jusqu'à 110 × 26 mm., avec sillons latéraux très nets ; pédicelle 2 mm. à peine ; sépales 2 1/2 × 2 mm., *aigus,* ciliés ; corolle 7 mm. ; filet 4 1/2 pour anthère de 1 mm. 1/4 ; style 8 mm., glabre ; *ovaire tomenteux.*

N° 7003 : Ht. Andraronga, sur quartzites, vers 1200 m. alt., au N. E. de la région centrale :

Glabre avec jeunes parties pubérulentes, diffère du N° 7367 par un limbe plus court, *moins atténué dans le bas que dans le haut, avec un pétiole aussi long,* 12-15 mm. pour un limbe de 30-70 × 13-18 mm. ; les sépales pubescents, de 2 1/2 à 2 mm., subaigus ; les filets de 3 mm. 1/2 pour une anthère de 1 mm. 1/4. Le style est glabre et l'*ovaire tomenteux.*

Nos 4634 et **4634** bis : M. Namakia, sur basalte, vers 900 m. alt., au N. W. de la région centrale :

Ne diffèrent de la plante précédente (N° 7003) que par des feuilles bien plus aiguës au sommet (pétiole 7-13 mm. ; limbe 36 × 16 mm. à 86 × 19 mm.) ; les filets ont 3 mm. pour une anthère de 1 mm. ; les sépales sont aigus.

N° 6990 : Forêt d'Analamazaotra, vers 1000 m. d'altitude, sur argiles latéritiques de gneiss, dans un endroit humide de la forêt à sous-bois herbacé :

Tomentum roux cannelle sur les parties jeunes, très promptement caduc ; *pétiole court et épais*, de 9-12 × 3 mm. ; *limbe obovale*, de 60 × 32 mm., *bien plus atténué dans le bas que dans le haut, qui est arrondi et mucroné ;* sillons latéraux très nets en dessus ; inflorescence égalant ou dépassant peu les feuilles ; pédicelle vix 2 mm. ; corolle glabrescente de 6 × 3 mm. ; sépales de 2 1/4 × 2 mm., obtus, *tomenteux ;* filets de 4 mm. pour anthère de 1 1/2 mm. ; *ovaire tomenteux ;* style glabre, légèrement exsert.

Cette plante très distincte entre toutes, par la forme de ses feuilles et son enduit roux-canelle, est aberrante et ne se rattache aux autres que par le N° 7013.

Série B. — Limbe n'ayant pas en général plus de 5 cm. de long, mais pétiole de plus de 1 cm. de long.

N° 7551 : Mt. Ibity, sur quartzites vers 2000 m. d'altitude, région centrale :

Tomentum blanchâtre persistant sur les tiges, la face inférieure du limbe, l'axe, les pédicelles et le pétiole ; *longues soies glanduleuses* sur la tige, les pédicelles et l'axe des inflorescences ; pétiole de 10-13 mm. ; limbe elliptique, aigu au sommet où il est peu atténué, *presque arrondi à la base*, de 35-55 × 14-22 mm. ; inflorescence ne dépassant pas ou dépassant peu les feuilles ; pédicelles 3-5 mm. ; corolle pubérulente à l'extérieur ; *ovaire tomenteux ;* style glabre ; sépales de 3 × 2 1/2 mm., obtus, *tomenteux*, ciliés, munis de *glandes sur le dos ;* capsule de 8 × 6 mm., plus haute que large, *à angles peu saillants*. Un grand nombre de pieds n'offrent aucune variation.

N° 7372 : Entre la Mania et l'Ivato, vers 1.500 m. d'altitude, sur cime rocailleuse de quartzites ; W. de la région centrale :

Glabre, sauf *tomentum roux* sur parties très jeunes, promptement caduc ; *pétiole grêle de 25-35 mm. ;* limbe *aigu au sommet, presque aussi atténué à la base, elliptique,* à sillons latéraux peu visibles, de 40-50 × 13-17 mm. ; inflorescence plus courte que les feuilles ou les égalant ; pédicelle 4-5 mm. ; sépales 3 × 2 1/2,

ciliés, étroitement obtus ; corolle glabre, 9 × 4 mm. ; filets de 4 mm. pour une anthère de 2 mm ; style glabre, *inclus* ; ovaire *tomenteux*.

Par 7003, 4634 et 7367, ces deux formes, bien distinctes entre elles, se relient aux formes à grandes feuilles de la série A. Elles croissent toutes deux sur des rocailles, à une haute altitude, mais sur le versant ouest de la région centrale. Elles montrent la réduction du feuillage à une altitude plus haute et sous un climat et un stat plus sec. Cette réduction est déjà visible chez le N° 7367, qui provient d'une station analogue, mais placée sous un climat beaucoup plus humide.

Série C. — Limbe ne dépassant généralement pas 5 cm. de long, pétiole de moins de 8 mm., ovaire glabre ou pubérulent (V. Pl. 7).

N° **7010** : Mt. Tsiafabalala, sur quartzites (rocailles sèches), W. de la région centrale, à 1.200 m. altitude :

Glabre ; pétiole de 4-8 mm. ; limbe régulièrement elliptique, très courtement atténué des deux côtés, aigu au sommet, à sillons latéraux à peine visibles, de 34-50 × 14-20 mm. ; pédicelle de 1 mm. 1/4 ; inflorescence dépassant les feuilles ; sépales de 2 1/2 × 2 mm., peu aigus, ciliés, corolle glabre de 9-10 mm. ; filet de 3 1/2 pour une anthère de 1 3/4 mm., style légèrement exsert, glabre ; ovaire *glabre*. Plusieurs individus examinés tous semblables.

Plus nettement encore que les deux formes de la série B, ce N° 7010 montre la réduction du feuillage d'une forme telle que 13982, sous un climat beaucoup plus sec.

N° **6989** : Forêt des cimes, vers 900 m., environs d'Analamazaotra, région centrale sur les limites de la région orientale :

Glabre, pétiole de *4-5 mm. ; limbe obovale oblong, à plus grande largeur vers le quart ou le cinquième supérieur* ; *arrondi ou courtement aigu au sommet, longuement atténué vers la base, depuis le quart ou le cinquième supérieur*, de 40-55 × 11-16 mm. ; inflorescences plus courtes que les feuilles ; pédicelle 1 à 2 mm. ; sépales 1 mm. 1/2 × 1 mm., obtus *et ciliés, capsule de 4 1/2 × 4 mm. à angles très obtus*.

N° **7004** : Forêt orientale, sur des latérites vers 700 m. alt., sur le Ht. Anosivola, affluent de droite du Mangoro. Région orientale :

Glabre ; pétiole de 3-4 mm. ; *limbe elliptique, un peu obové ; la plus grande largeur étant au-dessus du milieu, peu atténué vers la base, très courtement aigu au sommet,* de 24-28 × 9-10 mm. ; inflorescence égalant les feuilles ou les dépassant un peu ; pédicelle subnul ou de moins d'un millimètre ; sépales de 1 mm. 1/2 × 1 mm. 1/4, obtus, *ciliés ;* corolle 5-6 mm., glabre ; filet de 4 mm. pour anthère de 1 mm. 1/4 ; style un peu exsert, glabre (très finement papilleux).

N° 7007 : Massif d'Andringitra, rocailles granitiques, de 1600 à 2000 mètres, S. de la région centrale :

Glabre ; pétiole 5-6 mm. ; *limbe oblong lancéolé, également et longuement atténué des deux côtés, mais en pointe très aiguë au sommet,* de 40-49 × 9-11 mm. ; sépales angulés-obtus, *glabres ; capsule plus large que haute, de 5 × 7 mm., à angles arrondis.*

Ces trois derniers numéros montrent des termes de passage entre les plantes précédentes et celles de la série D. Toutes trois proviennent de localités assez humides.

N° 7359 : Mt. Ibity, jusqu'à 2000 m. d'altitude, dans les éboulis de quartzites, région centrale :

Glabre ; pétiole 3-4 mm. ; *limbe elliptique, lancéolé, très aigu au sommet, très obtus et subarrondi à la base,* de 25-35 × 8-10 mm. ; inflorescences plus longues que les feuilles ; pédicelle 2-3 mm. ; sépales de 2 mm. 1/2 × 2 mm. 1/2, très obtus, ciliés ; corolle glabre, 9-10 mm. × 4 mm. ; filet 5 1/2-6 mm. pour anthère de 2 1/2 ; style glabre, exsert ; ovaire glabre.

Cette forme est un terme de passage entre les autres formes de la série (et aussi entre celles de la série D) et les formes de la série E, c'est-à-dire entre les formes à feuilles étroites et allongées et celles à petites feuilles subarrondies.

Série D. — Feuilles lancéolées linéaires ; pétiole de 2-6 mm. ; ovaire tomenteux : style glabre (V. Pl. 7).

N° 13994 : Bords des ruisseaux, sur basalte, vers 2000 m. altitude, sur le Mt. Tsiafajavona, région centrale (A. *littoralis* DC.) :

Glabre, avec quelques poils courts sur parties jeunes ; pétiole de 4-6 mm. ; *limbe lancéolé-linéaire, courtement atténué des deux côtés,* de 15-47 × 5-7 mm. ; inflorescences plus courtes que les

feuilles ou les égalant ; pédicelle 2-3 mm. ; sépales de 2 1/2 mm., ciliés, aigus ; corolle glabre, de 6 1/2-7 mm. long ; filet 3 1/2 mm. pour anthère de 1 mm. 1/4 ; style glabre à peine exsert ; *ovaire tomenteux*. D'assez nombreux individus examinés avec soin dans cette localité, présentaient tous les mêmes caractères.

N° 7008 : Bords d'un torrent, vers 900 m. altitude, sur granit, massif d'Andringitra, sud de la région centrale :

Tomenteux roux avec longues soies glanduleuses ; pétiole 2-4 mm. ; limbe *lancéolé-linéaire*, aigu des deux côtés, couvert en dessous d'un tomentum blanc, épais, à la fin glabrescent en dessus, de 26-46 × 5-6 mm. ; *inflorescences plus longues que les feuilles* ; pédicelle 2-4 mm. ; sépales de 2 1/4 × 2 1/4, *entièrement pubescents, aigus* ; corolle de 9-10 mm., pubescente à l'extérieur ; filet de 3 1/2 mm. pour une anthère de 1 1/2 mm. ; style un peu exsert, glabre dans le bas, papilleux et un peu renflé dans le haut ; *ovaire tomenteux*. Dix individus examinés, tous semblables.

Ces deux formes à feuilles étroites sont strictement littorales et étroitement localisées sur les bords rocailleux des eaux vives et permanentes.

Série E. — Feuilles ovales ou ovales oblongues, subarrondies, arrondies ou même cordées à la base, à pétiole ne dépassant pas 4 mm. de long ; ovaire tomenteux ; inflorescences toujours plus longues que les feuilles (V. Pl. 7).

N° 14869 : Ravins, vers 900 m. alt., alentours du Mt. Vohombohitra, bassin de la Hte Betsiboba :

Jeunes parties pubérulentes, glabres ensuite ; *ni soies, ni glandes ;* limbe elliptique plus ou moins arrondi ou parfois même un peu cordé à la base, retréci au sommet en pointe courte et aiguë, variant de 50 × 15 mm. à 60 × 25 mm., à sillons de la face supérieure peu visibles ; axe de l'inflorescence, pédicelles, bractées et calice à pubescence courte ; pédicelle 2 mm. ; sépales deltoïdes obtus ; *corolle rouge sombre de 7 mm. 1/2 de long* ; filet 5 mm. ; anthère 2 mm. ; style 7 mm. glabre.

N° 14870 : Bords rocailleux du Jabo (Hte Betsiboka), vers 1200 m., Mt. Imerina :

Jeunes parties couvertes d'une pubescence, assez épaisses, *avec*

de longues (2 mm. et plus) *soies glanduleuses éparses*, plus ou moins nombreuses, une partie de la pubescence et des glandes persistant sur la tige, les pétioles, les nervures de la face inférieure du limbe et l'axe de l'inflorescence; pétiole 2-3 mm.; feuilles semblables à celles du précédent, un peu plus arrondies au sommet, qui est courtement mucroné ; variant de 30 × 12 mm. à 55 × 27 mm. ; pédicelle 2 mm., tomenteux; calice tomenteux; *corolle 12 mm., glabre ;* filets 5 1/2 mm. ; anthère 2 mm. 1/2 ; style 8 mm., papilleux dans la moitié supérieure.

Les 2 derniers numéros sont intermédiaires entre les N^os^ 7333 et 14868 de la série A et les formes suivantes à petites feuilles ovales aiguës, cordées ou subcordées à la base.

N° 13995 : Collines, argiles latéritique de basalte, vers 2000 m. d'altitude, sur le Mt. Tsiafajavona, région centrale :

Jeunes tiges et face inférieure de la feuille couvert d'un *tomentum blanchâtre; ni soies, ni glandes;* pétiole 3-4 mm.; limbe ovale oblong, *cordé à la base, aigu au sommet,* de 25 × 13 mm.; inflorescence un peu plus longue que les feuilles, à axe, pédicelles, calices, bractées et bractéoles *pileux;* poils courts et blancs; pédicelle très court, moins de 1 mm.; sépales de 3 1/2 × 2 1/2 mm.; *velus ciliés,* obtus; *corolle de 7 mm., avec quelques poils courts à l'extérieur ;* filets de 3 mm. 1/4 pour anthère de 2 mm.; *ovaire velu;* style *inclus, glabre.*

Cette forme est sans doute le type d'*A. polyphylla* Baker, qui provient de la même localité. Dans cette localité un grand nombre d'individus examinés minutieusement étaient en tous points identiques. Ils y avoisinaient le N° 13995. Néanmoins, je n'y ai observé aucun terme de passage entre ces deux formes.

Le **N° 14711**, des environs de Tananarive, représente des rejets d'une forme très voisine. Ces rejets sont remarquables par la série de feuilles de grandeur différente qui se succèdent sur un même rameau et montrent l'influence très nette des saisons par la grandeur et la forme des feuilles. Cet échantillon est représenté par la planche 6.

N° 7368 : Silve à lichens des cimes, vers 1600 m. d'altitude, sur grès triasiques, massif de Manongarivo, Nord de la région centrale :

Tomentum assez clair et *soies non glanduleuses* sur la tige et l'axe des inflorescences; pétiole 2-4 mm. ; limbe à la fin glabre, avec quelques rares soies sur les nervures, arrondi ou un peu *cordé à* la base, *aigu au sommet,* de 23-32 × 12-16 mm. ; inflorescence dépassant beaucoup les feuilles ; pédicelle 2-3mm. ; sépales 3 × 2 1/2 mm. obtus, *tomenteux*-ciliés avec quelques soies sur le dos ; corolle glabre ; *ovaire tomenteux, style glabre.*

No 7365 : Bois secs, vers 1000 m. altitude, forêt d'Analamaitso, sur le Ht Bemarivo, N. W. de la région centrale :

Tomentum court sur les jeunes parties, l'axe et les pédicelles ; *soies non glanduleuses* sur la tige et l'axe des inflorescences. Pétiole 2-3 mm. ; limbe ovale oblong, *cordé à la base, courtement aigu au sommet,* glabrescent à la fin, avec parfois quelques soies raides sur les nervures ou le pétiole de 15-20-28-50 × 8-14-20 mm. ; inflorescence dépassant les feuilles ; pédicelle 3-4 mm. ; sépales *velus,* ciliés, obtus arrondis, avec quelques soies sur le dos, corolle *pubescente* à l'extérieur, filet 3 mm. de long pour anthère de 1 mm. 1/4 ; style légèrement exsert, glabre ; capsule 6 × 6 mm., à angles arrondis, pubescente.

No 6996 : Eboulis de quartzites, vers 1200 m. alt., sur le haut Andraronga, N. de la région centrale :

Tomentum roux et *rares soies non glanduleuses* ; pétiole 2-3 mm. ; limbe à la fin glabre, à enduit roux en dessous, *un peu cordé à la base,* aigu au *sommet,* de 25-28 × 10-14 mm. ; inflorescence dépassant longuement les feuilles ; pédicelle 3-4 mm. ; sépales 3 × 2 mm., *tomenteux*-ciliés, obtus ; corolle *glabre,* de 8 mm. × 3 1/2 mm. au milieu ; filet de 4 mm. pour une anthère de 1 1/2 mm. ; style de 10 mm. 1/2 très exsert, *velu dans la moitié inférieure.*

No 6996 bis : même localité. Diffère de la précédente par *des soies non glanduleuses,* beaucoup plus abondantes sur la tige et l'axe des inflorescences, le limbe glabrescent à la fin, avec des soies sur les nervures, plus petit, 16-22 × 9-14 mm., plus court, ayant parfois des feuilles encore plus petites, arrondies et mesurant seulement 10 × 9 mm. ; les inflorescences plus courtes ou égalant les feuilles ; les sépales avec quelques soies rares sur le dos ; le style *glabre* dans la moitié inférieure, épaissi et un peu papilleux dans la moitié supérieure.

N° 6996 ter : même localité. Diffère du 6996 et du 6996 bis par des feuilles plus petites (15 × 9 mm.), *l'absence de soies*, le style *glabre*.

Ces trois plantes récoltées dans la même localité et à quelques mètres l'une de l'autre, sont, on le voit assez différentes.

N° 7371 : Eboulis de quartzites, entre 1400 et 1700 alt., sur les Mts Ambatomenâloha, Pce d'Ambositra, W. de la région centrale :

Tomentun grisâtre, assez épais, sur les parties jeunes, le pétiole, la face inférieure de la feuille, l'axe, les pédicelles et les bractées, avec de *longues soies glanduleuses* sur les tiges et l'axe des inflorescences ; pétiole 2-3 mm. ; limbe glabre en dessus, ovale, très rarement subcordé à la base, plus souvent arrondi, aigu au sommet, de 18-26 × 9-16 mm. ; inflorescence dépassant les feuilles ; sépales 3 × 2 1/2 mm., *tomenteux, obtus ; corolle glabre,* de 10 mm. long. ; filets 5 mm. ; anthères 2 1/2 ; style légèrement exsert, *velu dans la moitié inférieure.*

Si l'on faisait abstraction des caractères tirés de la pilosité (glabrescence, tomentum des parties jeunes et de la face inférieure des feuilles, soies glanduleuses ou non sur la tige ou les axes des inflorescences, villosité ou glabrescence de la corolle à l'extérieur, pilosité de la moitié inférieure du style) les formes de cette série E constitueraient une espèce assez nette, caractérisée par des feuilles petites, ovales ou oblongues, plus ou moins cordées ou arrondies à la base, aigues au sommet, et spéciale aux stations sèches de haute altitude. Cette espèce très polymorphe, même quant à la forme des feuilles, serait l'*A. buxifolia* Comm., dont *l'A. polyphylla* Baker et *l'A. nummulariaefolia* Baker seraient synonymes. Mais il serait tout à fait impossible de séparer de cette espèce les N^os^ 7359 et 7333, inséparables eux-mêmes des formes des autres séries, c'est-à-dire de tous les autres *Agauria* malgaches.

Les observations précédentes peuvent être résumées ainsi :

1° — *Il y a une certaine relation entre la sécheresse et l'altitude de la station et le feuillage des* Agauria *qui y croissent.*

Ainsi les formes à très grandes feuilles proviennent de la forêt orientale ou des bois humides de la région centrale au-dessous de 1400 m. d'altitude (N° 13982, N° 7333, N° 7013, N° 7002, N° 7367, N° 6990) ; les formes à feuilles moyennes d'une zone analogue, mais de stations plus sèches (N° 4634, sur rocailles basaltiques :

N° 7003, N° 7551, N° 7372, N° 7010, tous les quatre sur éboulis de quartzites); les formes à feuilles moyennes, mais avec une tendance à l'allongement, sur des stations plus humides que précédemment (N° 6989, forêt des cimes de la région orientale; N° 7004, id; N° 7007, rocailles granitiques); les formes à feuilles lancéolées linéaires au bord des torrents des montagnes (N° 13994, N° 7008); enfin celles à feuilles courtes et plus ou moins cordées à la base, des endroits secs et de haute altitude (N° 7368, grès, 1300 m.; N° 6996, éboulis de quartzites, 1200 m.; N° 7365, bois secs, 1400 m.; N° 13995, collines, 2000 m.; N° 7371, quartzites, 1500 m.).

2° *Il y a une certaine relation entre le feuillage des* Agauria *et la saison pendant laquelle ce feuillage s'est formé.*

Cette variation des feuilles avec la saison est nettement mise en évidence par l'échantillon N° 14711 de mon herbier, dont les rameaux montrent dans le bas, une région où les feuilles sont de grandeur moyenne (23 × 13 mm.); au milieu, une zone de feuilles bien plus petites (14 × 6 mm); et au sommet, des feuilles bien plus grandes qu'à la base (30 × 18 mm.) (V. Planche 6).

3° *Deux formes très voisines peuvent exister dans la même localité (mais non sur la même station). Dans ce cas, il n'y a aucun passage entre ces deux formes.*

Par exemple : sur le Tsiafajavona, les N° 13994 (série D) et 13995 (série E); sur le Haut Andraronga les N° 6996 (E) et 7003 (A); sur le Haut Anosivola, les N° 7013 (A) et 7004 (C); dans la forêt d'Analamazaotra les 6989 (C) et 6990 (A); sur le massif d'Andringitra, les 7008 (D) et 7007 (C); sur le Mt Ibity, les N° 7551 (B) et 7359 (C).

4° *Dans une seule station, chacun des individus observés avait des caractères particuliers, individuels, distincts de ceux des autres individus du même peuplement.*

Sur le haut Andraronga, où côte à côte ont été recueillis les N^os^ 6996, 6996 bis et 6996 ter qui ne diffèrent entre eux, il est vrai, que par la pilosité (absence ou présence de soies glanduleuses ou non).

5° *Dans toutes les autres stations où un grand nombre d'individus ont été observés, tous les individus du peuplement étaient rigoureusement semblables,* même au point de vue de la pilosité.

Exemples : N° 7010, N° 13994, N° 13995, N° 7008, N° 7551.

6° *Pas une seule fois, je n'ai trouvé la même forme d'*Agauria *dans deux stations différentes. En général, les* Agauria *de chaque station possèdent en propre un ensemble de petits caractères particuliers, qu'on ne retrouve pas dans une autre station. Chaque peuplement constitue une race locale, une petite espèce distincte.*

7° *L'ensemble de ces petites espèces ou races locales forme une série à petites discontinuités reliant très nettement les types extrêmes, c'est-à-dire les formes à grandes feuilles elliptiques de la forêt orientale aux formes à petites feuilles cordées des hautes montagnes* (V. Pl. 7) (1).

Les *Agauria* malgaches (2) nous montrent donc un même type végétal très plastique, à la fois a) — sensible aux changements du milieu et s'y adaptant ; — b) atteint parfois de variation individuelle ; — c) plus souvent dissocié en races locales, en petites espèces très stables, constituées sans doute par des lignées pures d'individus fortuitement isolés. Cet exemple nous permet de comprendre comment un même type végétal peut à la fois s'adapter à de nouvelles conditions de milieu et varier dans des directions multiples n'ayant aucun rapport avec ces conditions. Il nous permet aussi d'entrevoir le processus par lequel un type végétal donné, avec le temps et par suite de la disparition des formes intermédiaires, peut descendre d'un autre type tout différent.

(1) Sur cette planche, chacun des échantillons étudiés est représenté par la *plus grande* feuille d'un rameau florigère.

(2) Baker (*Flora of Mauritius and Seychelles*, p. 80) et Cordemoy (*Flore Réunion*, p. 438) signalent des variations analogues sur les *Agauria* des Mascareignes.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE
LA MORPHOLOGIE, DE L'ANATOMIE COMPARÉE, DE LA PHYLOGÉNIE ET DE LA BIOGÉOGRAPHIE
DES
CASUARINACÉES

par M. Jacob de CORDEMOY

(suite)

---

§ 3 Considérations tirées de la Paléobotanique

Les *Casuarina* n'ont été rencontrées, à l'état fossile, que dans le Tertiaire, et peut-être aussi dans le Crétacé. Les espèces fossiles légitimement établies sont, d'ailleurs, peu nombreuses. Leur existence dans le Tertiaire européen est fort douteuse ; et tous les spécimens ayant quelque valeur au point de vue paléophytologique ont été recueillis hors d'Europe. Les types fossiles de Sumatra décrits par O. Heer, en 1875, ne sont pas tous caractérisés d'une manière satisfaisante. Le seul offrant un réel intérêt est l'espèce qu'il a nommée *Casuarina Padangiana* Heer, et qui a été trouvée dans des couche tertiaires paraissant appartenir à l'éocène ; l'échantillon comprenait un rameau à cinq côtes saillantes, accompagné de deux ramules plus petits et tétragones.

D'autre part, Ettinsghausen, cité par R. Cambage, a décrit un *Casuarina* trouvé dans les terrains tertiaires de l'Australie, près d'Emmaville, et l'a nommé *C. Cookii*. Il a noté dans ce type la présence d'une gaine foliaire à quatre dents, ce qui correspond au nombre que l'on constate chez *C. torulosa* Ait., espèce commune dans la région même ou le *C. Cookii* a été découvert.

Mentionnons enfin qu'en Amérique, Lester F. Ward, en 1893, a signalé une plante fossile qu'il a cru pouvoir considérer comme un *Casuarina*, désigné par lui sous le nom de *C. Covillei*, et qui serait du Crétacé inférieur.

En laissant de côté ce dernier fait qui paraît des plus douteux, on arriverait, d'après les données précédentes, à cette conclusion que les Casuarinacées sont des plantes qui, depuis le Tertiaire jusqu'à l'époque actuelle, comptent parmi les éléments les plus caractéristiques de la flore de l'Australie et aussi de celle de l'Archipel asiatique. Leur apparition dans la végétation de ces régions du globe semblerait ainsi relativement très récente, puisque c'est tout au plus dans le Crétacé qu'on a retrouvé des restes fossiles de plantes ressemblant à des *Casuarina*.

Cependant n'y a-t-il pas dans les étages géologiques beaucoup plus anciens des types végétaux pouvant être considérés comme les ancêtres des *Casuarina* ? C'est la question que je me suis tout naturellement posée lorsque, par l'étude anatomique de ces plantes, je fus amené à constater les analogies indéniables qui existent entre elles et les Equisétacées. Je me suis demandé si ce n'était pas parmi les Equisétinées des terrains sédimentaires de la série primaire qu'on pouvait peut-être chercher ces formes ancestrales dont descendent les Casuarinacées actuelles.

On sait que, à l'époque carbonifère, les Equisétinées étaient représentées par de très nombreuses formes, les unes isosporées, les autres hétérosporées. Toutes ces Ptéridophytes semblent pouvoir se ranger dans deux groupes : celui des Calamitées, dont le type est le genre *Calamites* ; et celui des Calamodendrées, dont le prototype est le genre *Calamodendron*. Il est admis généralement (1) qu'il y a parenté étroite entre les *Calamites* des terrains carbonifères et les *Equisetum* du Lias ou les Prêles de l'époque actuelle, parce que toutes ces plantes présentent un système ligneux analogue, c'est-à-dire qu'elles n'ont qu'une structure primaire et ne possèdent aucune zone génératrice engendrant du bois secondaire, et, par conséquent, n'offrent aucun accroissement diamétral de leur tige.

Les Calamodendrées, au contraire, malgré leur « aspect calamitoïde », s'éloigneraient considérablement des Calamitées, parce que

(1) B. Renault. *Cours de Botanique fossile*. Paris, 1882, t. II, p. 157.

leur tige possède du bois secondaire engendré par l'activité d'une zone cambiale, et que, par suite, cette tige s'accroissait diamétralement. Aussi, la plupart des paléobotanistes, à la suite de Brongniart et de Grand'Eury, tendent à ne faire aucun rapprochement entre les Calamodendrées et les Ptéridophytes ; et ils les considèrent comme des formes primitives de Gymnospermes.

Pourtant il ne paraît pas juste d'établir une distinction aussi tranchée entre les Calamitées et les Calamodendrées Cormack [**6**], discutant cette question, conclut, d'accord avec Williamson et Dawson, cités par lui, que les formes végétales qui ont été classées dans ces deux groupes sont liées entre elles par de réelles affinités. D'après Cormack, en effet, il existe aux nœuds de la tige de certaines Equisétacées actuelles, en particulier chez l'*Equisetum maximum*, une zone cambiale dont l'activité produirait un épaisissement notable des faisceaux libéro-ligneux à ces niveaux. Et il voit dans ces productions nodales des *Equisetum* les derniers vestiges des formations secondaires, à la fois fasciculaires et interfasciculaires qui s'observent dans les entre-nœuds de la tige de certains *Calamites* ; en outre, dans cette dernière tige, on constate des lacunes carénales analogues à celles des *Equisetum*, car elles proviennent aussi de la destruction et de la résorption du protoxylème des faisceaux.

D'ailleurs, Grand'Eury lui-même a montré (1) qu'il existe des liens de parenté entre toutes ces plantes calamitoïdes de la période houillère. C'est ainsi qu'il considère, comme devant se rapporter aux *Calamodendron*, l'*Asterophyllites equisetiformis* Schl., que Renault avait classé parmi les Equisetinées hétérosporées ; et que, d'autre part, il rapproche de cet *Asterophyllites equisetiformis* les *Calamites cannæformis* et *varians*, dont les tiges, d'après lui, ont une structure secondaire comparable à celle des *Arthropitys*.

Il n'est donc pas douteux qu'on compte de nombreux termes intermédiaires ou types de transition entre les Calamitées vraies, qui sont indiscutablement des Equisétinées, et les Calamodendrées qui étaient des végétaux arborescents offrant des caractères certains de Phanérogames, car leur tige était pourvue d'une structure secondaire et avait, par suite, un accroissement diamétral. Du reste,

(1) *Détermination spécifique des empreintes végétales du terrain houiller.* (C. R. Ac. sc. 1886, t. CII, p. 394.)

plusieurs genres de Calamodendrées ont été suffisamment décrits, soit au point de vue morphologique, soit au point de vue de leur organisation anatomique, pour que l'on puisse indiquer et caractériser le sens de leur évolution phanérogamique.

Renault et Grand'Eury avaient déjà distingué deux genres de Calamodendrées : le genre *Calamodendron* et le genre *Arthropitys*. Les tiges silicifiées de l'*Arthropitys communis* Binn. ont été particulièrement bien étudiées, en ce qui concerne leur structure anatomique, par Renault, dont les recherches se trouvent résumées, avec figures à l'appui, dans l'ouvrage classique de de Saporta et Marion [**23**]. Dans le cylindre central de cette tige s'observent des « coins ligneux », c'est-à-dire du xylème disposé en faisceaux cunéiformes, entre lesquels sont interposés des rayons fibreux ou fibro-parenchymateux ; ce sont là des rayons que l'on peut qualifier de principaux, pour les distinguer des rayons secondaires proprement dits, qui, plus courts et plus étroits, traversent le bois secondaire. En dehors de cette zone ligneuse, s'étend une zone libérienne à éléments criblés. Il s'agit donc bien d'une tige secondaire où une assise cambiale active a produit des tissus libéro-ligneux, parenchymateux ou sclérenchymateux de seconde formation, dont les caractères sont tout-à-fait comparables à ceux des formations secondaires cambiales de *Casuarina*. De plus « il existait dans ces tiges de Calamodendrées une moelle volumineuse, et presque toujours, sur le pourtour de celle-ci, des lacunes disposées en rangée circulaire et correspondant à l'extrémité intérieure des coins ligneux. » Ce sont là très vraisemblablement les vestiges des lacunes carénales ou vasculaires de la tige des Equisétacées et des Calamitées. Mais un autre caractère rapproche de celle-ci la tige des Calamodendrées : c'est la présence, dans une écorce très large, de lacunes corticales, provenant de la destruction du tissu cellulaire. En dehors de cette zone lacuneuse corticale s'étend une couche de parenchyme que recouvre un hypoderme scléreux sous-épidermique dont les sinuosités sont dues à des cannelures de la tige. Il n'a pas été décrit de faisceaux correspondant à ces cannelures ; peut-être étaient-ils indistincts dans les spécimens minéralisés ?

Les caractères anatomiques de cette tige d'*Arthropitys* montrent, en tout cas, nettement que ces Calamodendrées de l'époque carbonifère vivaient dans un milieu très humide ; et c'est ce qui explique

les particularités de la structure de leur tige : persistance des lacunes de l'écorce, de la moelle et de l'extrémité interne des pôles ligneux ; réduction de l'activité de la zone cambiale, d'où, sans doute, un accroissement diamétral assez limité ; enfin absence, dans tout ce bois, de vaisseaux bien différenciés.

Mais on peut concevoir que, amenées à végéter dans des conditions de sécheresse plus ou moins accentuée, ces Calamodendrées, par suite de la disparition des lacunes, de l'activité plus grande de l'assise génératrice cambiale et de l'acquisition de vaisseaux plus larges et plus nombreux dans le bois, devaient prendre des caractères rendant l'organisation anatomique de leur tige tout-à-fait comparable à celle des Casuarinacées.

Du reste, ce n'est pas seulement par l'anatomie que l'on peut établir de tels rapprochements entre les Calamodendrées et les Casuarinacées. Parmi les Calamodendrées qui abondaient à l'époque carbonifère et qui ont été trouvées dans le terrain houiller en assez bon état pour pouvoir être décrites et figurées, il en est qui, par le port extérieur, l'aspect morphologique, rappellent d'une manière frappante les *Casuarina* actuels. Il convient de citer surtout, à cet égard, les *Bornia* ou *Archæocalamites* dont Stur a rencontré de beaux exemplaires dans le Culm de Silésie (partie moyenne ou supérieure du Carbonifère inférieur) ; parmi les figures publiées par cet auteur, il en est une que l'on trouvera reproduite par de Saporta et Marion [**23**, p. 43], représentant l'*Archæocalamites radiatus* Stur (*Bornia radiata* Schimp.) Cette plante a tout-à-fait l'aspect des *Casuarina* ; elle présente, en effet de longs entre-nœuds marqués de cannelures longitudinales ; des rameaux disposés en verticilles aux nœuds et portant eux-mêmes des ramifications de différents ordres ; rameaux et ramules étant articulés et certainement caducs. En raison sans doute de cette morphologie, de Saporta et Marion sont disposés à trouver quelque rapport entre les *Bornia* et les Equisétinées, mais ils sont d'avis que ce sont plutôt des Gymnospermes « d'un type très reculé vers le passé, voisin par cela même de la souche cryptogamique dont ils viendraient à peine de se détacher ». Pour ces auteurs, « les *Bornia* pourraient ainsi représenter des Progymnospermes primitives tendant vers la Phanérogamie ou l'ayant acquise en partie, et dans une mesure que la connaissance imparfaite de leurs organes reproducteurs empêche seule de déter-

miner ». Les appareils de fructification sont, en effet, trop mal connus pour être pris en considération au point de vue phylogénétique. On a rapporté aux Calamodendrées des sortes de chatons qui souvent ne sont pas sans analogie avec les épis fructifères des Equisétacées ; il en serait ainsi notamment pour les épis terminaux des *Bornia,* que Stur a comparés aux sporangiophores des *Equisetum.* Mais on ne voit pas quelle est la raison particulière qui peut être invoquée pour rapporter ces chatons, où les microsporanges passent insensiblement aux sacs polliniques, plutôt aux Gymnospermes qu'aux Apétales.

En résumé, de toutes les données qui ont été exposées dans ce chapitre, quelques conclusions peuvent se dégager assez nettement :

1° Les Calamitées et les Calamodendrées offrent entre elles de grandes affinités, des liens étroits de parenté. Ce sont, en somme, des Equisétinées qui ne diffèrent que par leur degré d'évolution : les Calamodendrées, plantes ligneuses et arborescentes, à caractères de Phanérogames, étant des formes plus évoluées que les Calamitées dont la tige, de nature herbacée chez certaines espèces, devait se rapprocher beaucoup plus, par leur organisation interne, de celle de nos Equisétacées actuelles.

2° A notre avis, l'origine et la filiation des Casuarinacées doivent être recherchées précisément dans tout ce vaste groupe ainsi compris des Equisétinées des terrains primaires. Les analogies morphologiques et anatomiques des Casuarinacées avec les Equisétacées actuelles, d'une part, et avec certaines Calamodendrées (*Arthropitys*, *Archæocalamites* ou *Bornia*), d'autre part, ne sont pas douteuses, comme nous l'avons vu. Aussi les Casuarinacées — qui forment un groupe tout-à-fait à part parmi les Apétales, aussi bien à cause de leur organisation anatomique primaire et secondaire qu'en raison du développement et de la structure de la fleur femelle — nous paraissent représenter comme le prolongement ou la continuation de ces Calamodendrées arborescentes, dont le plein épanouissement fut réalisé durant la période carbonifère.

3° Si l'on admet une telle filiation, il en résulte naturellement que les Calamodendrées ne sont pas des Progymnospermes, comme l'ont soutenu de savants paléobotanistes tels que Grand'

Eury et de Saporta, mais bien des Proangiospermes. Il est bien vrai que les organes fructifères des Calamodendrées, se réduisant — d'après, du moins, les documents que nous avons pu consulter — à quelques appareils spiciformes, qui peuvent tout aussi bien représenter des sporangiophores d'Équisétinées que des chatons de Phanérogames, il serait très difficile de dire comment s'est établie progressivement l'angiospermie chez les Calamodendrées jusqu'à ce stade *Casuarina* qui, nous le savons, est le degré le plus inférieur de toute la longue série des Angiospermes dicotylédonées apétales, et qui, d'ailleurs, forme parmi celles-ci un groupe isolé.

4° Acceptant en partie une conception déjà exposée par de Saporta et Marion, nous pensons que les Gymnospermes et les Angiospermes ont une origine commune parmi les Ptéridophytes hétérosporées ; que ce sont deux branches absolument distinctes et divergentes, issues d'une même souche. Si l'on admet que les Gymnospermes dérivent des Lycopodinées hétérosporées, la filiation des Angiospermes, à notre avis, doit s'établir autrement. Les Angiospermes nous paraissent résulter de l'évolution phanérogamique des Equisétinées hétérosporées ; mais seul actuellement le petit groupe des Casuarinacées peut être considéré comme étant le terme d'aboutissement et aussi comme fournissant le témoignage le plus sûr de l'évolution angiospermique des Equisétinées. Nous l'avons démontré par nos propres recherches anatomiques et aussi en nous basant sur les faits maintenant acquis concernant le développement du nucelle et du sac embryonnaire des *Casuarina*.

Mais, conformément encore aux vues de de Saporta et Marion, bien différente est l'extension prise ultérieurement, dans le temps et dans l'espace, par les deux sous-embranchements de Phanérogames ; et cette différence est vraisemblablement due précisément aux phénomènes particuliers qui ont marqué les transformations adaptatives du macrosporange en nucelle ovulaire. Or, les « adaptations gymnospermiques » ont été très différentes des « adaptations angiospermiques ». Chez les Gymnospermes, la réduction et la prédominance précoces d'une seule macrospore (sac embryonnaire) dans l'ovule, avec persistance d'un abondant tissu prothallien (endosperme), ont été des circonstances favorables dont le résultat a été une évolution rapide de tout ce groupe de Phanérogames. Par contre, l'ovule des Angiospermes, à ses débuts, a été caractérisé

essentiellement par la pluralité et l'antagonisme des macrospores (sacs embryonnaires), avec un tissu prothallien réduit (antipodes) ; ce sont là des circonstances qui constituèrent vraisemblablement une cause d'infériorité pour ces plantes, « de sorte que les Angiospermes durent, pendant quelque temps, être subordonnées aux Gymnospermes. » Mais les Angiospermes ne se sont pas maintenues dans cet état de subordination, en raison sans doute des modifications évolutives dont leur ovule a été progressivement le siège, à savoir : réduction des macrospores (sacs embryonnaires) antagonistes ; apparition des noyaux polaires et de la double fécondation, d'où est résulté un véritable petit organisme nourricier (albumen) destiné à assurer le développement de l'embryon. Dès lors, l'organisation de l'appareil reproducteur femelle des Angiospermes acquit une supériorité manifeste ; et si jusqu'au jurassique la prédominance appartient encore aux Gymnospermes, on constate, dès l'aurore de l'époque crétacée, le puissant épanouissement des Angiospermes, qui s'est affirmé pendant tout le Tertiaire et se continue dans le monde végétal actuel.

Ce sont là des considérations qui nous semblent indiquer avec une parfaite évidence que les Casuarinacées forment bien, dans la végétation actuelle du globe, un petit groupe isolé d'Angiospermes demeurées très primitives par leur organisation générale, par leurs feuilles très réduites et concrescentes, qui rappellent leur parenté avec les Equisétinées, mais dont le degré d'infériorité se manifeste surtout par cet ovule singulier, caractérisé par la pluralité et l'antagonisme des macrospores (sacs embryonnaires), et qui était sans doute propre à toutes les Angiospermes primitives. Par suite, comme cela a eu lieu pour ces dernières jusqu'à la période secondaire, les Casuarinacées occupent maintenant, au milieu de l'immense majorité des végétaux plus évolués, mieux organisés qu'elles-mêmes, un rang subordonné, secondaire ; de plus, aussi peu aptes à la concurrence que l'étaient les formes angiospermiques primitives et ancestrales, leur aire, depuis le Tertiaire, où elles paraissent avoir acquis leur maximum de différenciation morphologique, est restée sensiblement la même, c'est-à-dire relativement très restreinte.

D'ailleurs, la question de l'habitat des Casuarinacées, des conditions biologiques de leur végétation, de leur dispersion, mérite un examen spécial qui sera envisagé dans le chapitre suivant.

III. BIOGÉOGRAPHIE DES CASUARINACÉES

On peut définir en quelques mots l'aire qu'occupent les *Casuarina* vivants, en disant que ces plantes ont pour centre de formation l'Australie, et que c'est de là qu'elles se sont dispersées dans différentes directions, mais sans s'étendre beaucoup au delà des régions intertropicales baignées par l'Océan Indien et par l'Océan Pacifique : îles de la Polynésie, Archipel asiatique, Asie méridionale, Afrique orientale et surtout les terres insulaires qui l'avoisinent.

Un premier fait donc paraît pouvoir être admis sans conteste : c'est que les Casuarinacées sont originaires de l'Australie et qu'elles constituent encore l'une des familles végétales les plus caractéristiques de la flore australienne.

Or, ce fait semble pouvoir s'expliquer avec toutes ses conséquences. Tout d'abord, il est fort possible qu'aux temps secondaires les végétaux Proangiospermes, issus des Equisétinées et dont dérivent les Casuarinacées, aient, à la suite de migrations, pris une extension extra-européenne particulièrement accentuée vers les continents indo-asiatiques qui, jusqu'au Crétacé, se trouvaient vraisemblablement en continuité directe avec les masses continentales de l'hémisphère austral. C'est vers le début de la période crétacée que, d'après les géologues, l'Australie se serait séparée du continent sud-asiatique et indo-africain. Cette séparation eut pour effet de disjoindre également deux séries de plantes affines, sans doute, mais pourtant suffisamment distinctes. La première série est formée par les Calamitées et leurs alliées, les Equisétinées, qui devaient se trouver alors presqu'exclusivement répandues sur les masses continentales de l'hémisphère septentrional ; mais les Calamites ayant disparu dès la période secondaire, les Prêles qui, en définitive, représentent seules cette série dans la végétation actuelle, habitent effectivement, pour la plupart, les pays tempérés de l'hémisphère septentrional, alors que de rares espèces se rencontrent dans quelques contrées de l'hémisphère austral (*Equisetum ramosissimum* Desv.) ; en tout cas, *elles sont totalement absentes de l'Australie*.

La seconde série comprend les Calamodendrées qui s'allient, nous le savons, aux Calamitées, mais dont certaines formes, ayant subi sans doute, au moins dans une certaine mesure, des « adapta-

tions angiospermiques », se sont trouvées cantonnées et isolées sur le continent australien, dans l'hémisphère austral, à la limite même de leur aire d'extension vers le sud. Or, on sait que l'une des conséquences de cet *isolement*, que les circonstances ont imposé aux êtres vivants, animaux ou végétaux, dans leurs migrations ou au cours de leur extension, est un arrêt de leur évolution. En ce qui concerne l'Australie, les faits de ce genre sont notoires ; et c'est bien à l'isolement qu'il faut attribuer la persistance de certaines formes animales primitives et archaïques, les Marsupiaux, par exemple, qui étaient très répandus en Europe à l'époque secondaire et qui se trouvent aujourd'hui exclusivement cantonnés sur la terre australienne. Aussi pensons-nous que c'est à ce même ordre de faits qu'il convient de rapporter l'origine apparente et la persistance sur le sol australien, des *Casuarina*, formes végétales archaïques, Angiospermes primitives, dont toute l'organisation révèle, comme nous avons tenté de le montrer, les liens phylogénétiques qui les rattachent à la souche cryptogamique ancestrale, et cela par suite d'un arrêt dans leur évolution, déterminé par leur isolement.

C'est, en somme, le cas de beaucoup d'espèces « d'aspect étrange » qui se rencontrent dans les flores insulaires, c'est-à-dire dans des conditions d'isolement presqu'absolu. « Ces plantes, dit Hooker [**13**], sont peut-être les témoins vivants d'une période où la flore de ces continents (où elles existaient) était constituée par ces végétaux avec lesquels nous leur trouvons des affinités. Elles devraient leur conservation jusqu'à l'époque actuelle à leur situation insulaire ».

On aurait donc, je pense, quelque droit de dire que, en Australie, les Casuarinacées représentent dans la flore de ce pays un peu ce que sont les Marsupiaux dans sa faune.

Mais, une fois isolées sur le continent australien, les Casuarinacées ont acquis, dès le tertiaire, tout leur développement, avec probablement — si l'on s'en rapporte aux quelques restes fossiles qui ont été découverts — à peu près les mêmes caractères morphologiques qu'elles offrent à l'époque actuelle. Il est donc vraisemblable que les conditions de milieu auxquelles elles ont été soumises depuis la période tertiaire n'ont pas beaucoup varié pour l'Australie.

Quelles sont ces conditions ? Il est intéressant de les connaître si l'on veut s'expliquer, soit les particularités des *Casuarina* dues aux

influences œcologiques qui se sont exercées dans leur habitat australien, soit les modifications qui ont pu se produire chez ces plantes dans leur dispersion hors de ce centre primitif.

On sait, d'après Grisebach [**12**], que le climat de l'Australie est essentiellement caractérisé par sa sécheresse relative, que toute sa végétation est adaptée à ce climat, et que, par conséquent, le nombre des plantes xérophiles y est considérable. Les végétaux ligneux australiens, dont beaucoup ont un feuillage réduit, à feuilles aciculaires, ou même parfois aphylles, « sont adaptés, dit Grisebach, aux irrégularités et aux incertitudes des périodes pluvieuses. Dès que l'irrigation est abondante, leur végétation est rapide, mais ils se maintiennent sans souffrir pendant les périodes plus ou moins longues des sécheresses. » C'est évidemment le cas des *Casuarina*.

Cependant Grisebach n'indique que très vaguement la cause même de la sécheresse relative du climat australien, du moins dans les régions prétropicales du sud et de l'est de ce continent. Or, Paul Privat-Deschanel (1) a recueilli d'intéressantes données, à cet égard, au cours d'une mission qu'il accomplit en Australie. La saison pluvieuse y est de courte durée, de trois mois à peine, de novembre à janvier; elle est déterminée par les alizés du sud-est, soufflant de la mer; mais elle est irrégulière. Il arrive néanmoins que, pendant cette période, les régions montagneuses de l'est et du sud-est reçoivent d'abondantes pluies. Sous l'influence de celles-ci se produisent de formidables crues de ces longues rivières ou plutôt de ces fleuves longs de 200 à 300 kilomètres (le Murray, le Lachlan, le Darling surtout), qui parcourent le continent australien. Mais ce sont des fleuves dont le cours est tout à fait temporaire; pendant la plus grande partie de l'année, l'eau n'y coule plus et leur lit est seulement jalonné, en quelque sorte, par des mares croupissantes.

De tels faits indiquent nettement avec quelle rapidité les eaux de pluie, quelle que soit leur abondance momentanée, disparaissent de la surface du sol. C'est que, en effet, ce sol australien possède une propriété physique essentielle : il est d'une perméabilité excessive. La preuve en a été donnée. En 1879, H. C. Russell, astronome du gouvernement de la Nouvelle-Galles du Sud, fit remarquer

(1) V. ses articles dans le *Génial Civil* du 15 sept. 1906 et du 19 Janvier 1907; et dans la *Nature*, 1908, p. 241.

combien grande était la différence de volume qui existait entre l'eau tombée dans le bassin du Darling et l'eau s'écoulant par le fleuve. Il en concluait que les eaux de pluie, en grande partie du moins, s'infiltraient et s'accumulaient dans le sol. Les recherches entreprises dès cette époque permirent de rencontrer, en effet, des nappes artésiennes situées parfois à 300 ou 400 mètres de profondeur ; par des forages activement poursuivis on put, dès lors, ramener à la surface d'énormes quantités d'eau, qui contribuèrent, dans une large mesure, à l'essor agronomique de certaines régions.

En somme, il y a de singulières analogies, tant au point de vue du climat qu'au point de vue du sol, entre l'Australie sud-orientale et les territoires du sud de l'Algérie. Aussi la végétation y offre-t-elle sensiblement les mêmes caractères, d'autant plus que les deux contrées sont soumises périodiquement à l'action desséchante des vents soufflant de zones désertiques (désert central, en Australie ; Sahara, en Algérie). Cette végétation est essentiellement xérophile, adaptée à la sécheresse à peu près constante de l'atmosphère et des couches superficielles du sol.

Il en résulte que les plantes se trouvent là placées dans les conditions mêmes produites expérimentalement par Eberhardt, et qu'elles doivent présenter les traits généraux de morphologie et de structure déterminés par ce botaniste. En effet, dit-il, « au-dessus d'un sol sec, l'atmosphère est toujours moins chargée d'eau qu'au-dessus d'un sol humide ; cela se produit naturellement dans les contrées désertiques dont le sol est peu humide, où, de plus, des vents desséchants balayent fréquemment l'atmosphère en contact avec le sol, et tendent, par conséquent, à exagérer encore la sécheresse, en augmentant l'évaporation. » Or, c'est bien à un état pareil de sécheresse de l'air, réalisé par la nature, qu'il a soumis les plantes sur lesquelles il a expérimenté. Dès lors, quelles ont été les modifications constatées ? Au point de vue morphologique, la taille des plantes se réduit, en même temps que leur tige et ses ramifications s'épaississent et se lignifient ; les feuilles se réduisent aussi en même temps que s'augmentent leur épaisseur et leur coloration. Au point de vue anatomique, nous retiendrons seulement deux faits importants relatifs à l'influence de l'air sec ; celui-ci, en effet, a pour action : d'abord de donner une plus grande activité aux assises génératrices et de produire un plus grand développement du bois ;

ensuite, tout en épaississant la feuille, de provoquer un grand développement du parenchyme en palissade, avec réduction simultanée du tissu lacuneux.

Nous comprenons maintenant, d'après cela, comment les conditions de sol et de climat, réalisées en Australie, ont pu agir pour éloigner considérablement les *Casuarina* des formes ancestrales du groupe des Calamodendrées qui vivaient certainement dans un air très humide, et pour en faire des végétaux dont toute l'organisation dénote une xérophilie très accentuée, mais qui sont surtout ligneux, arborescents, pourvus de zones génératrices dont l'activité permanente détermine un accroissement diamétral indéfini.

Le bois secondaire ainsi produit a, nous l'avons dit, chez les *Casuarina,* un aspect caractéristique : à cause, en effet, des larges et nombreux rayons médullaires, qui sont si apparents sur les sections transversales de ce bois, les colons australiens l'ont toujours comparé au bois du Chêne, et ils appellent communément les *Casuarina* eux-mêmes des Chênes *(Oaks)*, bien qu'il n'y ait aucune ressemblance entre ces végétaux. Ce caractère est pourtant très variable chez les Casuarinacées. L'espèce la plus remarquable, à cet égard, d'après Maiden et Betche [**17**] est le *C. inophloia* Mueller et Bailey, que J. L. Boorman décrit comme un petit arbre de 3 à 5 mètres, poussant sur les collines sèches, à sable ferrugineux, dans les terrains les plus pauvres, et dont le bois est traversé, du centre à la périphérie, par des rayons médullaires qui ont 1^{mm} à $1^{mm},5$ de largeur. Par contre, et tout à fait exceptionnellement, une seule espèce, le *Casuarina Cambagei* R. T. Baker, considéré par Maiden comme identique à *C. lepidophloia* F. v. Mueller, possède un bois qui n'offre pas de rayons médullaires distincts ; aussi a-t-elle reçu un nom vulgaire différent, le *Belah.*

(à suivre)

REVUE DES TRAVAUX DE BOTANIQUE
TROPICALE ET SUBTROPICALE
(1910-1919)

par **P. CHOUX**

(Suite)

En ce qui concerne la CULTURE proprement dite, une nouvelle méthode a été conseillée et appliquée aux Etats-Unis. Pour obtenir une récolte de coton précoce et abréger la période de développement des plantes, il convient de semer plus tard et de laisser les plantes plus serrées qu'on ne le fait d'ordinaire actuellement (1). L'idéal de culture consiste en une plante à tige droite unique et centrale portant de nombreux rameaux fructifères bien développés, mais pas de rameaux végétatifs, ni de tiges secondaires. On obtient ce résultat en semant très serré, pour supprimer les rameaux végétatifs latéraux qui ne produisent eux-mêmes des rameaux fructifères que tard dans la saison. Les avantages de la tige unique paraissent particulièrement marqués dans des conditions défavorables, lorsque la durée de la saison est réduite, à cause de la sécheresse ou par des gelées précoces ou bien encore par les ravages de l'*Anthonomus grandis* (2).

Il nous faut aussi signaler d'intéressantes recherches sur la STRUCTURE et la COMPOSITION des fibres de coton. En faisant subir aux fibres de coton, dans les phases successives de leur développement, certains traitements chimiques et bactériologiques, on est

(1) COOK dans U. S. Departm. of. Agric., Farmer's Bull., n° 601, Washington, 1914. (D'après Inst. Intern. d'Agric., Bull. des rens. agricoles, n° 710, Juillet 1915).

(2) COOK dans U. S. Departm. of Agric., Bur. of Plant Ind., Washington, déc. 1914 (D'après même bull., n° 1149, nov. 1915).

parvenu à déterminer que la fibre de coton typique se compose des cinq parties suivantes :

1°) La couche extérieure ou tégument, constituant les matériaux cimentants de la fibre et formée de cutine, pectine, gomme, graisses et autres corps non identifiés.

2°) La couche extérieure de cellulose prenant la forme d'une spirale nette, composée d'un nombre limité de fibres.

3°) La couche des dépôts secondaires ou d'épaisissement, composée de cinq à dix fibres différentes disposées irrégulièrement dans le sens de la longueur.

4°) Les parois de la cavité vasculaire, formées d'une spirale semblable à la spirale extérieure, mais différente par sa composition chimique.

5°) La substance renfermée dans la cavité vasculaire, qui ne possède pas une structure déterminée, mais que l'analyse micro-chimique révèle comme étant de nature azotée (1).

Le cotonnier a de nombreux ennemis animaux et végétaux et a à souffrir de nombreuses MALADIES. Ne pouvant rendre compte ici de tous les travaux parus sur cette question, qui est plutôt du domaine de l'entomologie et de la cryptogamie, nous nous contenterons de signaler les publications les plus essentielles.

Un des parasites les plus redoutables et les plus connus est l'*Anthonomus grandis* ou *cotton boll weewil*. D'après M. Cook, la sécheresse entrave considérablement son développement (2).

D'autre part, dans le but d'isoler la substance qui attire si fortement l'anthonome, trois chimistes américains ont étudié les constituants chimiques du cotonnier dans l'*Upland Cotton*, var. du *Gossypium hirsutum*. Ils ont trouvé des glucosides (querciméritrine et isoquercitrine) et une huile essentielle isolée de plusieurs parties de la plante et qui s'est montrée réellement attractive pour l'anthonome (3). Ces glucosides, cette huile essentielle et plusieurs autres substances sont localisées dans des glandes internes très nom-

(1) LEVINE dans *Science*, Vol. XL, Lancaster, Déc. 1914 (D'après Inst. Intern. d'Agric., Bull. des rens. agricoles, n° 500, mai 1915).

(2) COOK dans Bull. n° 220 du Bur. of Plant Ind., Washington, 1911 (Résumé dans J. d'Agric. trop., p. 381, déc. 1912).

(3) VIEHOEVER, CHERNOFF et JOHNS : *Chemistry of the Cotton Plant with special reference to Upland Cotton* (J. of Agric. Research, Washington, 13 Mai 1918) (D'après Inst. Internat. d'Agric., Bull. des rens. agricoles, juin 1919, n° 700).

breuses, que l'on trouve dans l'écorce primaire et secondaire, dans les feuilles, dans les fleurs et dans les graînes du cotonnier Upland (1).

Le *pink boll worm* est également un des insectes les plus nuisibles aux cultures de cotonniers dans beaucoup de parties du globe, notamment dans l'Inde. Mais c'est en 1911 seulement (2), qu'on a signalé en Egypte ce *Gelechia gossypiella* et le *ver rose de la capsule* n'a pas tardé à y causer des dommages considérables. On constate, en effet, dans les capsules attaquées, une diminution de la quantité de fibres, du nombre des graines saines, du poids des graines et de la vitalité de ces graines saines (3). Ce *ver rose de la capsule* a été rattaché par les spécialistes européens au genre *Gelechia* (*gossypiella* Saunders). Mais Busck propose d'en faire un genre nouveau, le genre *Pectinophora* (4). Busck pense, d'autre part, que l'espèce est selon toute probabilité d'origine africaine, quoiqu'elle ait été pour la première fois signalée et décrite dans l'Inde. Cette opinion est en contradiction avec celle de Durrant, qui soutient que l'origine du microlépidoptère est peut-être américaine ou égyptienne. Marlatt envisage plutôt une origine sud-asiatique, probablement indienne (5).

Le *Pectinophora gossypiella* se retrouve également en Somalie italienne, et, d'après Del Guercio, ses œufs et ses chenilles y sont attaqués par des Hyménoptères endophages — un braconide, trois chalcidides et un proctotrupide — que l'on pourrait utiliser dans la lutte contre le *Pectinophora* (6).

Aux Etats-Unis, pour empêcher l'introduction du *ver rose de la*

(1) Stanford et Viehœver : *Chemistry and Histology of the Glands of the Cotton plant, with Notes on the Occurrence of similar glands in related plants* (id., 20 Mai 1918) (D'après même bulletin).

(2) *Un nouveau ver du coton en Egypte* (Bull. de l'Off du Gouv. gén. de l'Algérie, 1er Avril 1913, p. 112).

(3) Gough Lewis : *Nature des dommages causés par le ver rose de la capsule Gelechia gossypiella au cotonnier en Egypte* (Min. de l'Agric., Egypte, serv. techn. et scient., Bull. n° 2, Le Caire 1917) (D'après Bull. rens. agricoles, n° 714, juin 1918).

(4) Busck August dans J. of Agric. Research, (Vol. IX, n° 10, Washington, 1917) (D'après id., sept. 1917, n° 879).

(5) Marlatt dans *Science*, Lancaster, 1918 (D'après Inst. Intern. d'Agric., Bull. des rens. agricoles, nov. 1918, n° 1309).

(6) Del Guercio : *La Tignola del Cotone* (*Gelechia gossipiella Saund.*) *ed i suoi nemici endofagi* (L'Agricoltura coloniale, 15 Nov. 1918, N° 5, p, 298).

capsule avec les importations de coton étranger, on a proposé de soumettre les balles de coton à des fumigations d'acide cyanhydrique, qui détruit les larves, mais n'endommage point le coton (1).

En Egypte, le *cotton worm* ou *Prodenia litura* cause aussi quelques dégats (2), et, en Afrique orientale allemande, on a signalé, comme ennemis du coton, un coléoptère, *Syagrus puncticollis* Lefèvre (3), et une espèce de charançon de la capsule qui semble appartenir au genre *Xanthostylum* et que l'on a trouvé sur le coton *Caravonica* (4).

Diverses punaises sont nuisibles aux capsules de cotonnier. Les plus dangereuses sont des *Pentatoma*, comme le *Pentatoma ligata* ou *conchuela*, abondant surtout dans le Nord du Mexique (5) et des *Dysdercus* comme le *Dysdercus howardi* ou *west indian cotton stainer bug*, qui cause la plus grave maladie du cotonnier à la Trinité et à Tobago et qui se rapproche de l'*Indian red cotton bug* (*D. cingulatus*) (6).

Enfin, des dommages assez considérables ont été causés ces dernières années dans certaines parties des Etats-Unis par la petite mite rouge — *Tetranychus binaculatus* selon Harvey et selon Banks, *T. telarius* selon Morgan et selon Berlese —, communément appelée *red spider* (araignée rouge) et qui infeste la face inférieure des feuilles du cotonnier (7).

Le cotonnier est également attaqué par des parasites végétaux.

(1) Dean Villiam : *Essais relatifs au filage du coton soumis aux fumigations d'acide cyanhydrique* (U. S. Departm. of Agric., Bull. n° 366, Washington, 24 Avril 1916) (Inst. Intern. d'Agric., Bull. d. rens. agricoles, août 1916, n° 912).

(2) Gerald Dudgeon : *The cotton worm in Egypt* (Bull. of the Imp. Inst., Vol. X, n° 4, déc. 1912, p. 584) (Agric. Journ. of India, july 1913, p. 303).

(3) Kranzlin : *Baumwollschädlinge* (Der Pflanzer, 11 Oct. 1910, p. 241).

(4) Morstatt : *Ein Rüsselkäfer an Caravonica Baumwolle* (Der Pflanzer, avril 1911, p. 227 et mai 1911. p. 280).

(5) Morrill : *Plant-bugs injurious to cotton-bolls* (Bull. n° 86 du Bur. d'Entomol., U. S. Depart. Agric., Washington, 1910) (D'après J. d'Agric. trop., Bull. bibliogr., n° 2118, févr. 1911).

(6) Guppy and Thornton : *The Cotton Stainer Bug.* (Board of Agric., Trinidad 1911) (D'après The Agric. Journal of India, april 1912, p. 215).

(7) M. C. Gregor dans U. S. Departm. of Agric., Bur. of Entomology, Circular, n° 172, Washington, 17 Mai 1913). (D'après Inst. Intern. d'Agric., Bull. des rens. agricoles, août 1913, n° 1014).

D'après Delacroix (1), les principales maladies cryptogamiques du cotonnier sont :

Le *chancre du collet* ou *Wilt disease* des Américains, très commun aux Etats-Unis, du à un champignon parasite, le *Neocosmospora vasinfecta*.

L'*anthracnose*, qui cause des dégats importants aux Etats-Unis et qui est due à un champignon, le *Colletotrichum Gossypii*.

La *maladie de la mosaïque*, dont l'origine semble devoir être cherchée dans la nutrition même du cotonnier et qui serait une maladie des sols pauvres et épuisés.

Une affection grave des fruits est, d'après Delacroix, la *pourriture des capsules* ou *cotton boll rot* des Etats-Unis et des Indes occidentales et qui parait due au développement dans les tissus d'un organisme, très probablement une bactérie, introduite par des piqûres d'insectes. C'est cette même affection que Nowell a désignée sous le nom d'*internal boll disease*. Les insectes piqueurs sont, d'après Nowell, particulièrement des *Dysdercus sp.* et *Nezara viridula*. L'infection subséquente est due à des champignons et à des bactéries, et paraît occasionnée le plus souvent par les champignons qui sont d'ailleurs apportés par les insectes eux-mêmes. Ces champignons sont au nombre de quatre. Une de ces formes correspond très exactement à *Eremothecium Cymbalariæ* Borzi, trouvé en Italie en 1888 sur les capsules de *Linaria Cymbalaria*. L'infection bactérienne est plus rare ; cependant parfois, surtout en saison humide, elle prédomine (2).

Mentionnons encore que, dans le Sud des Etats-Unis, on a signalé en 1914 une sérieuse extension de la maladie dite *cotton welt*, due à un champignon le *Fusarium vasinfectum* Atk. qui s'attaque aux racines (3) et qu'en 1917 une apparition imprévue

(1) Maublanc, d'après les notes et les travaux du Dr G. Delacroix. *Les maladies des plantes cultivées dans les pays chauds. Maladies du cotonnier.* (L'Agriculture pratique des pays chauds, février, mars et avril 1910).

(2) Nowell : *The Fungi of Internal Boll Disease* (West Indian Bulletin, Vol. XVI, 1917, n° 2, p. 152).

Nowell : *Internal Disease of cotton bolls in the West Indies* (id, 1917, n° 3, p. 203).

(3) Farmer's Bulletin, n° 625, 1914, U. S. Dept. Agric. (D'après Bull. of the Imp. Inst., Vol. XIII, n° 3, july-sept. 1915, p. 492).

d'*Æcidium Gossypii* a été signalée dans différentes localités du Texas (1).

Après avoir rendu compte des travaux concernant le cotonnier en général, il nous faut maintenant attirer l'attention sur les expériences poursuivies dans les principaux pays de culture et dont les résultats sont surtout intéressants pour ces pays eux-mêmes.

Aux ETATS-UNIS, un travail de sélection intense du *Sea-Island*, introduit en 1786 et en provenance des Indes occidentales, a abouti à la création d'un coton vraiment supérieur aux types *Upland*. Mais il faut continuer ce travail sans interruption pour empêcher les plantations de dégénérer. La sélection devrait faire partie des pratiques habituelles de l'exploitation cotonnière, tout comme le travail du sol et les fumures (2). C'est d'ailleurs le mélange des graines qui est en grande partie la cause de la détérioration rapide des variétés de cotonnier, si évidente dans la région cotonnière des Etats-Unis (3).

Le Département de l'Agriculture des Etats-Unis s'est également beaucoup intéressé à la culture du *coton égyptien*, qui est un produit indispensable pour certaines branches de l'industrie. Le cotonnier égyptien, après plusieurs essais peu fructueux, s'est fort bien développé dans l'Arizona et dans le Sud-Ouest de la Californie. Les variétés *Yuma* et *Pima* fournissent des produits comparables aux produits égyptiens de qualité équivalente. Ces variétés, comme les variétés *Somerton* et *Gila* semblent avoir été produites par mutation, car elles sont apparues d'une façon imprévue et leurs caractères différentiels sont absolument nouveaux et bien distincts du type originel. Ainsi dans l'Arizona le cotonnier égyptien présente cette tendance à donner lieu à de nouvelles variétés par mutation, qui caractérise l'*Œnothera Lamarckiana*. Le coton égyptien Arizona a été classé suivant la longueur de la soie en *Sacaton*, *River* et *Vallée*, qualités qui sont respectivement équivalentes à *Sakellaridis*, *Yannovitch* et *Mitafifi*. En 1918 on estimait à 32. 320 ha.

(1) TAUBENHAUS dans Science, Lancaster, 1917 (D'après Inst. Intern. d'Agric., avril 1918, n° 479, Bull. d. rens. agricoles).

(2) ORTON dans U. S. Dep. of Agric., Farmer's Bulletin, Washington, 1916 (D'après Inst. Intern. d'Agric., Bull. des rens. agricoles, juin 1917, n° 536).

(3) SAUNDERS et CARDON dans U. S. Departm. of Agric., Bull. n° 288, Washington, sept. 1915 (D'après même bulletin, mars 1916, n° 297).

la superficie plantée en coton égyptien. Les hauts prix payés pendant la guerre ont naturellement encouragé la production, alors qu'en Géorgie et en Floride les ravages du charançon de la capsule ont restreint la production du *Sea Island* (1).

Au cours des dernières années, les Départements de l'Agriculture de l'INDE ont également poursuivi l'amélioration des variétés locales de cotonniers et l'introduction de variétés étrangères (2). Dans l'Inde, trois espèces donnent des produits intéressants, *Gossypium neglectum*, *G. cernuum* et *G. arboreum*. Des croisements effectués entre ces trois espèces ont donné des hybrides remarquables et on a même pu obtenir un coton à longue soie et à maturité précoce (3). Dans les Provinces centrales et le Bérar, les expériences poursuivies ont montré que le *Gossypium neglectum* var. *roseum* était la meilleure variété à propager et la sélection a augmenté son rendement (4).

Mais on s'est particulièrement attaché dans l'Inde à développer la culture de variétés étrangères, les filateurs anglais du Lancashire n'appréciant que très médiocrement le coton indien et utilisant plutôt les cotons américains ou égyptiens. D'excellents résultats ont été obtenus avec le cotonnier *Cambodia*, que l'on a cherché à répan-

(1) KEARNEY : Bull. n° 200, 1911, Bur. of Plant Ind., U. S. Dep. Agric. (D'après Bull. of the Imp. Inst., Vol. IX, n° 4, 1911, p. 411).

— *Le coton de l'Arizona* (Bull. de l'Off. du Gouv. général de l'Algérie, 15 juillet 1913, p. 234).

— KEARNEY : U. S. Departm. of Agric., Bull. n° 38, Washington, 19 Nov. 1913 (D'après Inst. Intern. d'Agric., Bull. des rens. agricoles, févr. 1914, n° 116).

— KEARNEY : Dep. of. Agr., J. of Agric. Research, juillet 1914 (D'après même bull., nov. 1914, n° 993).

— Bull. n° 131, 1915, U. S. Departm. of Agric. (Bull. of the Imp. Inst., Vol. XIV, n° 2, april-june 1916, p. 303).

— Bull. n° 533, 1917, U. S. Dep. of Agric. (D'après même bull., Vol XV, n° 3, july-sept. 1917, p. 455).

— KEARNEY : *Variétés de coton égyptien produites par mutation aux Etats-Unis* (The J. of Heredity, 1918) (D'après Inst. Intern. d'Agric., Bull. des rens. agricoles, mai 1918, n° 520).

— *La culture de certaines variétés de coton aux Etats-Unis* (Bull. de l'Office du Gouv. général de l'Algérie, p. 150, 15 Oct. 1918).

(2) *The Improvement of Cotton in India* (Bull. of the Imp. Inst., Vol. X, n° 3, oct. 1912, p. 351).

(3) LEAKE : *The Breeding of improved cottons in the United Provinces* (The Agric. Journal of India, Vol. X, april 1915, p. 111).

(4) CLOUSTON : *Cotton improvement in Berar* (id., p. 148).

dre largement (1). Dans la zône sud-est du district de Dharwar, le *Cambodia* s'est montré très résistant à la sécheresse et a donné une plus grande production et un pourcentage plus élevé de soie que le cotonnier américain cultivé dans la région (2). Le *Cambodia* est aussi la plus importante variété de la province de Madras (3) et on l'a encore introduit en Birmanie (4).

Dans le Punjab, on s'est surtout intéressé au cotonnier américain UPLAND de Géorgie. La superficie consacrée à cette culture est passée de 10.000 acres en 1911 à 274.000 acres en 1917. Le rendement de ce cotonnier américain est en général supérieur à celui des variétés indigènes et le coton américain est bien connu et apprécié sur le marché de Bombay (5).

Dans le Sud Maratha (Dekkan), il existe enfin une variété de *Gossypium herbaceum* connue sous le nom de *jowari halti*, qui donne un bon coton longue soie ; cette variété a même été améliorée d'une façon très notable (6). Le travail d'amélioration et de sélection du cotonnier a donc fourni dans l'Inde des résultats importants.

Ce sont des préoccupations d'un autre ordre qui ont retenu l'attention des botanistes et des agronomes égyptiens. On sait que l'EGYPTE produit un coton longue soie d'une valeur très élevée et nous avons relaté les efforts faits dans l'Arizona et dans l'Inde pour remplacer l'Egypte dans son monopole. Or, depuis quelques années, on a constaté sur les bords du Nil un affaiblissement des rendements dans la culture du cotonnier et une détérioration de la qualité du coton.

(1) VENKAYYA : *Cambodia cotton in India* (The Agric. J. of India, april 1911, p. 160).

(2) MAIN : *Cambodia cotton in Bombay Presidency* (id., oct., 1912, p. 373).

(3) *Cotton Growing in India* (Bull. of the Imp. Inst., Vol. XVII, july-sept. 1919, p. 366).

(4) *The improvement of cotton in India* (Bull. of the Imp. Instit., Vol. XV, n° 2, april-june 1917, p. 149).

(5) ROBERTS : *American Cotton in the Punjab* (The Agric. J. of India, Vol. X, april 1915, p. 343).

— ROBERTS : *American Cotton and American Cotton Sales in the Punjab* (id., Vol. XI, july 1916, p. 238).

— ROBERTS : *Some of the Problems arising out of the successful introduction of American Cotton in the Western Punjab* (id., Vol. XIV, janv. 1919, p. 42).

(6) KOTTUR : *An improved type of Cotton for the Southern Maratha Country* (id., p. 165).

Voir encore sur le coton indien.

— MORITZ SCHANZ : *Die Baumwolle in Ostindien* (Beihefte zum Tropen pflanzer, august 1913, 5-6, Berlin).

Quelles en sont les causes ? M. Schutz pense que l'affaiblissement des rendements en Egypte provient surtout de ce que les cultivateurs ne savent pas assez bien se servir des nouveaux moyens d'irrigation mis à leur disposition, ni lutter contre les parasites des cotonniers, ni pratiquer les fumures suffisantes (1).

Ahmed el Alfi incrimine l'humidité exagérée du sol à la suite des irrigations abondantes et de l'insuffisance des moyens de drainage, le mélange des variétés, les ravages des insectes (2). Mélange des variétés, mauvaise culture, plantations trop denses, excès d'eau provoquant la sursaturation du sol et l'asphyxie des plantes, telles sont les causes de la détérioration des cotons égyptiens, dit encore Gerald Dudgeon (3).

Laurence Balls précise que, si la diminution du rendement unitaire est due à la montée du plan d'eau, la détérioration de la qualité est surtout la conséquence de la proportion croissante d'impuretés, par l'effet d'un mélange ou d'un croisement naturel. La détérioration provenant de la sélection naturelle ne peut être évitée que par l'emploi de lignées pures (4). Il faut poursuivre la sélection chaque année pour empêcher la détérioration des descendants (5).

D'après M. Victor Mosseri (6), membre de l'Institut égyptien, les cotonniers égyptiens ont subi ces dernières années une *détérioration* et non une dégénérescence au sens strict du terme. La détérioration est plus marquée pour la variété *Mit Afifi*, laquelle ne ressemble plus à l'*Afifi* d'il y a vingt ans seulement. L'*Achmouni* et le *Sakellaridis* sont les types les moins détériorés parmi les variétés

(1) *Les causes de diminution des rendements de la culture du coton en Egypte* (J. d'agric. tropicale, juin 1912, p. 174).

(2) Ahmed el alfi : *La culture du coton en Egypte. Travaux de culture. Maladies. Amélioration des variétés.* (Traduction de Sebbagh et Lépiney, publiée par la Dir. gén. de l'Agr. de la Régence de Tunis, n° 6, 1913).

(3) Gerald Dudgeon : *The progress of Egyptian agriculture, with special reference to Cotton.* (Bull. of the Imp. Inst., Vol. XI, n° 1, jan.-march 1913, p. 90).

(4) Laurence Balls : *Etude sur le cotonnier en Egypte* (Inst. Intern. d'Agric., Bull. des rens. agricoles, août 1915, p. 1096).

(5) Dudgeon : *The maintenance of quality of Egyptian cotton* (Bull. of the Imp. Inst., Vol. XVI, n° 2, april-june 1918, p. 160).

(6) Mosseri : *Les cotons égyptiens* (Compte-rendu des travaux du Congrès d'agriculture col. de mai 1918, T. III, Challamel, Paris, p. 498).

Voir encore sur le coton égyptien.

— Moritz Schanz : *Die Baumwolle in Ægypten und in englisch-ægyptischen Sudan* (Beihefte zum Tropenpflanzer; fébr. 1913, Berlin).

actuellement cultivées. La détérioration s'est manifestée dans la quantité rendement sous l'effet de causes accidentelles et dans la qualité par suite de causes essentielles. Les premières sont dues aux conditions de milieu : nappe souterraine élevée, mauvais drainage, arrosages mal donnés, ensemencements trop hâtifs ou trop tardifs, espacements mal calculés, conditions climatériques défavorables, attaques d'insectes. Les secondes sont les plus importantes et puisent leur origine dans l'impureté du type cultivé et la cause la plus efficiente de cette impureté réside dans les croisements naturels ou artificiels dont les cotons égyptiens ont été et sont encore l'objet. Ce qui a surtout provoqué ces hybridations, c'est la culture côte à côte de plusieurs variétes ou bien l'emploi de semences contenant un mélange de graines de types différents. Les remèdes apparaissent ainsi nettement : isoler, purifier les types cultivés ou en rechercher de nouveaux plus avantageux, les multiplier et les propager à l'abri de toute contamination. Malgré tout cependant, M. Mosseri ne se montre pas pessimiste et pense que pendant longtemps encore l'Egypte occupera le premier rang parmi les pays producteurs de coton fin longue soie.

La Russie des Tsars avait fait de grands efforts pour développer la culture du coton. Le département de l'Agriculture avait surtout obtenu des résultats dans le Turkestan russe, bien qu'en Transcaucasie des millions d'hectares soient susceptibles d'être cultivés en cotonniers (1).

Mais la Russie soviétique a vu en 1916 et en 1918 diminuer ses plantations de coton (2).

La fin de la période 1910-1919 a vu au contraire l'ascension de la Chine (3) parmi les grandes puissances cotonnières, puisque ce pays se place maintenant au troisième rang des contrées productrices, précédé seulement par les Etats-Unis et l'Empire des Indes.

(1) Taris : *Le coton russe et les principales richesses agricoles du Turkestan et de la Transcaucasie (Mission du Ministère des Colonies, Avril-Septembre 1912)* (L'Agric. prat. des pays chauds, fév. 1913, p. 89).

— Moritz Schanz : *Die Baumwolle in Russisch-Asien* (Beihefte zum Tropenpflanzer, févr. 1914, n° 1, Berlin).

(2) *La production cotonnière de l'Asie russe* (Bull. de l'off. col, juin-juillet 1919, n° 138-139, p. 455).

(3) *Les filatures de coton en Chine* (Bull. écon. de l'Indo-Chine, n° 115, sept.-oct. 1915, p. 760).

— *Cotton industry in China* (The Agric. J. of India, Vol. XII, oct. 1917, p. 658).

Les provinces de Kiangsou et du Chékiang sont les deux centres les plus prospères (1). L'Association chinoise pour l'amélioration du cotonnier a obtenu de bons résultats avec la variété américaine de Géorgie, qui s'est montrée supérieure au coton indigène et s'acclimate parfaitement en Chine (2).

Par ailleurs, le gouvernement japonais a fait de grands efforts pour encourager et développer la culture du coton en Corée, qui dans l'avenir pourra sans doute satisfaire en grande partie aux besoins du Japon (3).

Le Brésil parait également devoir être dans l'avenir un centre important pour la culture du cotonnier. Le gouvernement fédéral, ému par les difficultés rencontrées avec la culture et le commerce du café, a entrepris de développer la culture du cotonnier (4) et dans l'Etat de Sao-Paulo on cultive une espèce américaine courte-soie de qualité supérieure au cotonnier indien (5). Par contre, dans le Rio Grande do Norte, le cotonnier cultivé donne un produit à fibre plus longue (6) et l'État de Para, en vue de remédier à la décroissance excessive de l'industrie du caoutchouc dans la vallée de l'Amazone, s'intéresse surtout au *Sea-Island* de qualité supérieure (7).

Signalons encore qu'au Paraguay le cotonnier reste en vie pendant dix à douze ans et produit pendant toute cette période, ce qui dispense de recourir fréquemment au semis (8), et qu'au

(1) *La culture du coton en Chine* (Bull. écon. de l'Indo-Chine, n° 128, janv.-févr. 1918, p. 133).
— *Le coton en Chine* (id., n° 134, janv.-févr. 1919, p. 105).

(2) Maynard : *Essais de culture du cotonnier américain en Chine* (Commerce Reports, n° 161, 1918) (D'après Inst. Intern. d'Agric., Bull. des rens. agricoles, mai 1919, n° 596).

(3) *La plantation du coton à Chosen (Corée)* (Bull. écon. de l'Indo-Chine, n° 124, mai-juin 1917, p. 266).
— *Le développement de la culture du coton en Corée* (id., n° 129, mars-avril 1918, p. 320).

(4) *La culture du coton au Brésil* (J. d'agric. trop., août 1913, p. 248).

(5) *La production du coton dans l'Etat de Sao-Paulo* (Bull. de l'office du gouv. génér. de l'Algérie, sept. 1915, p. 159).

(6) *La culture du coton dans l'Etat brésilien de Sao-Paulo* (id., oct. 1918, p. 152).

(7) *La culture du coton dans l'Etat brésilien du Para* (id., déc. 1918, p. 184).

(8) *Culture du cotonnier au Paraguay* (Revista de la Union Industrial Urugaya, Montevideo, 1918) (D'après Inst. Intern. d'Agric., Bull. des rens. agric., avril 1919, n° 462).

Mexique on cultive le coton d'une part dans la vallée de la Basse-Californie située à la frontière des Etats-Unis et d'autre part dans la région de Luguna, la production ayant été de 90 à 100. 000 tonnes en 1918 (1).

L'attention a encore été attirée sur le coton *Cauto*, cotonnier vivace trouvé à l'état sauvage ou demi-sauvage à Cuba, introduit à la Jamaïque, où on s'en est montré satisfait et qui serait, d'après les botanistes de Kew, une variété du *Gossypium brasiliense*, le *G. brasiliense apospermum* Spragne, var. nov. (2).

Pour terminer, il nous faut faire connaitre les efforts faits par les principales puissances européennes pour développer la culture du cotonnier dans leurs colonies respectives.

En ANGLETERRE, la *British Cotton Growing Association* n'a pas ménagé ses efforts, mais les résultats sont loin d'avoir fourni ce que l'on espérait et les déboires n'ont pas manqué. Si au Nyassaland le coton américain *Upland* s'est bien acclimaté (3) et si dans la Nigeria (4) on a pu noter des progrès satisfaisants, dans l'Ouganda les difficultés rencontrées ont été beaucoup plus considérables et en Gold Coast la culture du cotonnier a même été abandonnée. Par contre, le Soudan anglo-égyptien est considéré comme une des contrées les plus favorables au développement de la culture cotonnière et la réalisation du programme d'irrigations est demandée d'une façon pressante par la B. C. G. A., qui réclame également

(1) *La culture du coton et la situation de l'industrie cotonnière au Mexique* (Bull. de l'office du gouv. général de l'Algérie, avril 1919, p. 54).

(2) *Notes on Cottons* (Bull. of miscell. inf., Kew, 1914, n° 5, p. 198).

— *Cauto Cotton* (id., n°8, p. 304).

— *Cotton in Jamaica* (Bull. of the Imp. Inst., Vol. XII, oct.-déc. 1914, n° 4, p. 629).

— *Cauto-Cotton from British Honduras* (id., Vol. XIV, oct.-déc. 1916, n° 4, p. 591).

(3) WYNDHAM DUNSTAN : *Rapport général sur la situation actuelle de la culture du coton présenté au 1er Congrès international d'agronomie tropicale* (Agronomie tropicale, oct. 1910, n° 10, p. 298).

— *Cotton in Nyassaland* (Bull. of the Imp. Inst., Vol. VII, 1910, n° 4, p. 372).

— *The development of cotton growing in Nyassaland* (id., Vol. XVII, april-june 1919, n° 2, p. 235).

(4) *The British Cotton Growing Association, Eighth annual Report 1913*, (D'après Inst. Intern. d'Agric., Bull. des rens. agricoles, août 1913, n° 936).

l'amélioration du coton des Indes et un plus grand développement de sa culture (1).

En ALLEMAGNE, le *Kolonial Wirtschaftliche Komitee*, et surtout sa *Baumwollbau Kommission*, bien que moins favorisés au point de vue des étendues disponibles, avaient entrepris une lutte énergique en faveur du coton allemand. En 1912, le coton était devenu le produit le plus important des colonies allemandes. L'Afrique orientale allemande avait la plus grande part dans cette production. Le Togo ne venait que bien après (2). Mentionnons ici que ce sont deux planteurs des îles Salomon qui en 1910 ont obtenu un nouvel hybride de cotonnier le *Mamara*, qui donne un rendement supérieur a celui du *Caravonica* (3). L'expérience ne semble pas avoir justifié les vues des planteurs allemands.

(1) *The Cotton industry of Uganda* (Bull. of the Imp. Inst., july.-sept. 1913, p. 381).

— *Cotton Growing in the Gold Coast* (id., oct. déc. 1913, p. 600).

— *Eleventh Annual Report of the B. C. G. A. for 1915* (D'après id., Vol. XIV, n° 3, july.-sept. 1916, p. 479).

— *Ann. Rep. Dept. Agric. Nyassaland Protectorate 1918-1919* (D'après id., vol. XVIII, n° 1, janv.-march 1920, p. 137).

— *Ann. Rep. Agric. Dep. South. Prov. Nig. 1918* (id., p. 138).

— *La culture du coton à l'étranger* (Bull. de l'office du gouv. général de l'Algérie, 1er Oct. 1912, p. 314).

— MANGANO : *Il distretto cotonifero di Tocar nel Sudan anglo-egiziano* (L'Agricolt. col., 25 febbraio 1914, p. 119).

— *Cotton Growing in the Anglo-Egyptian Sudan* (D'après Inst. Intern., d'Agric., Bull. des rens. agricoles, août 1913, n° 936).

— *Ann. Report of the B. C. G. A. for the year 1916* (D'après Bull. of the Imp. Inst., Vol. XV, n° 4, oct.-déc. 1917).

(2) WARBURG : *Die Baumwollkultur in den deutschen Kolonien* (Agronomie tropicale, n° 9, sept. 1910, p. 256).

— MORITZ SCHANZ : *Rapport présenté pour le 8e Congrès international cotonnier de Barcelone, mai 1911.* (Assoc. cotonnière coloniale, Bull. n° 51, août 1911).

— Verhandlungen der Baumwollbau Kommission des Kolonial Wirtschaftlichen Komitees, 1913, n° 1, p. 3.

(3) O. LABROY : *Le cotonnier de Mamara. Un rival du Caravonica* (J. d'Agric. trop., mars 1910, p. 92).

— *Note sur la culture et la production du coton Mamara* (id., nov. 1910, p. 350).

— *A propos du rendement et de la qualité du coton Mamara* (id., déc. 1910, p. 384).

(à suivre).

REVUE DES TRAVAUX
DE
PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE
PUBLIÉS DANS LE COURS DES ANNÉES 1910-1919

2me Partie : MÉSOZOÏQUE
(du Trias au Wealdien inclus)

par **M. A. CARPENTIER**

(suite)

Australie. — M. Antevs (1) a examiné quelques empreintes végétales recueillies dans la région de Derby par la mission du Dr Mjoebergs (1910-1911). Notons en particulier le *Dicroidium* (*Thinnfeldia*) *Feistmanteli* qui était déjà connu en Nouvelle Galles du Sud, au Queensland et en Afrique du Sud.

Les formations mésozoïques du Queensland comprennent de bas en haut : la Série d'Ipswich, la Série de Bundamba et la Série de Walloon. Les formations d'Ipswich et de Walloon fournissent la plus grande partie de la houille du Queensland. D'après les observations récentes de M. Walkom (2), la série d'Ipswich est d'âge triasique et peut-être rhétien ; celle de Walloon est plus récente (Lias, Médiojurassique), mais il importe de souligner avec M. Sahni (3) les relations d'affinité marquées et les similitudes de facies dans l'ensemble de ces flores rhétienne et jurassique du

(1) E. Antevs : Results of Dr. E. Mjöbergs Swedish scientific expeditions to Australia (1910-1911). V. Some mesozoic plants. (*Kungl. Svenska Vetensk. Handlingar.* LII, n° 5, pp. 3-6 ; pl. 1 ; 1913).

(2) A. B. Walkom : Mesozoic floras of Queensland (*Queensland Geol. Surv.* n° 257 et 259, 1917) — (*Proc. Linn. Soc. N. S. Wales*, n. 43, pp. 37-115 ; 2 pl. ; 1918).

(3) Cf. Sahni : in *Proc. Asiatic Soc. of Bengal.* N. S. XVII, 1921, n. 4, p. 162.

Queensland. La riche flore d'Ipswich compte des *Equisétinées* (*Phyllotheca australis* Brongt., *Neocalamites hoerensis* (Schimper), *Schizoneura* cf. *africana* Feistm.); des Filicinées ou plantes filicoïdes des genres *Dictyophyllum*, *Cladophlebis*, *Thinnfeldia*, (*Dicroidium* Gothan). Certaines espèces telles que le *Thinnfeldia odonpteroides* (Morris,) le *Danæopsis Hughesi* Feist. sont caractéristiques du Trias-Rhétien et sont signalées en Australie, au Tonkin, en Chine, dans l'Inde et l'Afrique du Sud. Les *Cordaites* et *Glossopteris* sont absents de cette flore, mais le genre *Tæniopteris*, l'ordre des *Ginkgoales* (7 espèces de *Ginkgoites* ou de *Baiera*) et les *Cycadophytes* (*Williamsonia, Pterophyllum*) y sont représentés.

D'après la comparaison que M. Walkom a pu établir entre les flores mésozoïques du Queensland et de la Nouvelle Galles du Sud, les couches de *Wianamatta* (Nouvelle Galles) correspondent à la série d'Ipswich et les *Talbragar beds, Artesian series, Clarence series* à la série jurassique de Walloon du Queensland (1). Les couches de Wianamatta ont bien des espèces communes avec la série d'Ipswich : *Phyllotheca australis, Thinnfeldia odontopteroides, Th. lancifolia, Macrotæniopteris Wianamattæ, Cladophlebis australis, Baiera multifida (B. Simmondsi)* etc... Les lits à plantes de Wianamatta sont au sommet de la *série d'Hawkesbury* (Nouvelle Galles), dont la partie supérieure serait donc synchronique du Rhétien ou du Trias supérieur et dont l'étage moyen correspondrait sans doute au Trias inférieur. Dans la flore de l'étage inférieur (*Narrabeen stage*), au *Schizoneura australis* sont associées plusieurs espèces de *Thinnfeldia (Th. odontopteroides)* de *Tæniopteris* et le *Rhipidopsis ginkgoides* var. *Suessmilchi*, qui peut-être se rapporte au genre *Psygmophyllum* (2).

Nouvelle-Zélande. — N. Arber (3) avait publié en 1913 des notes préliminaires sur les flores mésozoïques les plus anciennes de la

(1) WALKOM, *Proc. Linn. Soc. N. S. Wales*, part. I, p. 95; tab. X; 1918.

(2) Cf. A. C. SEWARD : *Fossil plants*. IV, p. 85. Voir aussi : W. S. Dun in *Journal and Proc. Roy. Soc. N. S. Wales*, 1910, XLIV, pt IV, pp. 615-619; pl. 49-51 et *Ibid.*, 1911, XLV, pt. IV, pp. 554-555, pl. 41; 1911 et 1912).

(3) E. A. NEWELL ARBER : On the earlier mesozoic floras of New Zealand (*Proc. Cambridge Philos. Society*, XVII, pt 1, pp. 121-131, 1912-1913) — A preliminary note on the fossil plants of the Mount Potts beds, New Zealand... (*Proc. Royal Soc.*, B, vol 86, pp. 344-347; pl. VII, VIII; 1913).

Nouvelle-Zélande, d'après une collection de plantes fossiles recueillies par M. Lillie, de l'expédition Scott (1910-1911). Il est revenu en détail sur ce même sujet dans un mémoire qui est une importante contribution à l'étude paléontologique des terrains mésozoïques de Nouvelle-Zélande (1). Dans l'île méridionale les couches à plantes du Mount Potts et des Clent Hills (Canterbury) sont d'âge *rhétien*. N. Arber rapporte au *Jurassique inférieur* les lits de Mokoia et des Mataura Falls (Southland), au *Jurassique moyen* les lits fossilifères de Waikawa dans ce même comté du Southland. Les couches des Waikato Heads (Auckland), dans l'île du Nord, sont d'âge *néocomien*.

Nous n'insisterons pour l'instant que sur les formations du Mount Potts, dont l'âge a été très discuté : Hector en 1886 les considérait comme carbonifères ou permiennes, Ettingshausen (1887-1890) les tenait pour triasiques ; N. Arber les place dans le *Trias-Rhétien*. Leur flore compte neuf espèces, dont cinq nouvelles et parmi ces dernières le *Tæniopteris Thomsoniana* et le *Baiera robusta* sont très voisins d'espèces rhétiennes antérieurement décrites. Le genre *Chiropteris* Bronn. représenté par une espèce, le *Ch. lacerata*, n'est connu que dans le Rhétien. Le *Dictyophyllum obtusilobum* et le *Thinnfeldia lancifolia* sont essentiellement rhétiens. Une espèce, l'*Elatocladus conferta*, n'a été rencontrée jusqu'ici que dans le Jurassique. Arber constate la transition insensible des flore rhétienne et infrajurassique et n'admet pas comme démontrée la présence des *Glossopteris* en Nouvelle-Zélande. Il a fondé un nouveau genre *Linguifolium* pour désigner des feuilles qui ont la forme des *Glossopteris (G. indica, G. Browniana)*, mais dont les nervures sont peu ou point anastomosées. On sait d'ailleurs que dans la flore houillère des espèces de *Nevropteris* et d'*Alethopteris* sont homœomorphes de certaines espèces de *Linopteris* et de *Lonchopteris*, dont elles ne diffèrent que par la nervation non anastomosée. M. Seward (2) est d'avis que ce genre *Linguifolium* est très apparenté sinon identique au genre *Glossopteris* ; il admet la conclusion

(1) N. Arber : The earlier mesozoic floras of New Zealand (*New Zealand Geol. Surv., Palæontological Bulletin*, n. 6, 80 pages, 12 textfig., 14 planches ; 1917).

(2) A. C. Seward : Antarctic fossil plants (*British Antarctic «Terra Nova» Expedition, 1910, Natural History report.* Geology, I n. 1, pp. 38, 39, London British Museum, 1914).

d'Arber que dans son ensemble la flore de Mount Potts est du Trias supérieur ou Rhétien et souligne les grandes affinités de plusieurs plantes fossiles de Nouvelle-Zélande avec des espèces des flores rhétiennes du Tonkin ou du Sud de l'Afrique. M. Trechmann (1) dans une note sur le Trias de Nouvelle-Zélande conclut, d'après la paléontologie, à l'âge probablement *Upper Triassic* des lits à végétaux de Mount Potts.

Nouvelle-Calédonie. — En 1917 M. Piroutet (2) dans une étude stratigraphique de la Nouvelle-Calédonie note qu'il existe dans le Trias (Carnien et Norien) de très nombreux bois silicifiés et dans le Norien des empreintes de petites feuilles qui paraissent appartenir au genre *Glossopteris*. Cette dernière découverte, si elle était confirmée, serait très intéressante ; mais, après un examen de ces empreintes, M. Guillaumin (3) ne peut y voir des *Glossopteris*. Dans l'état actuel de nos connaissances « l'absence des *Glossopteris*, caractéristiques du continent Australo-Indo-Malgache, semblerait indiquer une séparation avec ce continent, tandis que la présence de l'*Araucarioxylon australe* en Nouvelle-Calédonie et en Nouvelle-Zélande prouve que la terre qui était à l'Ouest de la Nouvelle-Calédonie était reliée à la Nouvelle-Zélande ».

Antarctique — Pendant la seconde expédition du Capitaine Scott dans l'Antarctique, on trouva en janvier 1912 parmi des dépôts morainiques du glacier Priestley un fragment de tige silicifiée à structure conservée. M. Seward (4) l'a rapporté à un genre nouveau *Antarcticoxylon* dont le bois secondaire muni d'anneaux concentriques ressemble à celui des *Araucaria* ; M. Seward a de plus observé dans ce fragment deux grains de pollen ailés rappelant par leur forme et leurs dimensions les grains de pollen d'Abiétinées. Il est probable que ce spécimen provient de la partie supérieure du *Beacon sandstone*, et qu'il n'est pas plus ancien que le Rhétien.

(1) Ch. Taylor Trechmann : The Trias of New Zealand (*Quart. Journ. Geol. Soc.*, LXXIII, p. 176 ; 1918).

(2) M. Piroutet : Etude stratigraphique sur la Nouvelle-Calédonie (Thèse de doctorat ès-sciences, Paris, 1917, p. 76).

(3) A. Guillaumin : Notes de paléobotanique néo-calédonienne (*Rev. gén. de Botanique*, XXXI, p. 276, 1919).

(4) A. C. Seward : Antarctic fossil plants (*British Antarctic « Terra Nova » expedition, 1910, natural history Report*. Geolog. I, N. 1, pp. 17-24 ; pl. IV-VIII ; 1914. *British Museum Nat. Hist.)* — *Fossil plants*, III, pp. 296 299, fig. 491, 1917.

b. Jurassique

On passe généralement sans grands changements de la flore du Trias supérieur ou Rhétien à celle de l'Infra-lias ; sur ce point nous verrons que des mémoires sur le grès de Hoer (Scanie), sur les formations de Nuremberg (Allemagne) ont apporté des précisions.

Dans l'ensemble, du Rhétien et du Lias jusqu'à la fin du Jurassique (Wealdien inclus), la végétation de l'Europe n'a pas subi de changement radical ; c'est une idée que nous trouvons plusieurs fois exprimée dans les travaux de M. Seward. La détermination exacte de l'âge de certains gisements isolés n'est donc pas souvent chose facile en l'absence de fossiles animaux.

La flore des régions circumpolaires ne présente pas de différences frappantes quand on la compare aux flores européennes. Les zones climatériques, telles que nous les avons actuellement, n'existaient donc pas durant le Jurassique (1). Nous insisterons tout spécialement sur l'intérêt du mémoire de M. Halle sur la flore de Graham, qui compte bon nombre d'espèces communes avec la flore du Yorkshire (Angleterre) et fournit de nouvelles preuves de la vaste distribution géographique de certaines espèces au médiojurassique (*Coniopteris hymenophylloides, Ptilophyllum pectinoides, Elatocladus conferta* etc...)

En même temps cette flore de Graham a des affinités marquées avec les flores du Gondwanien supérieur de l'Inde, en particulier avec la flore de Madras. Comme le fait observer M. Halle, la découverte de la flore de Graham, apparentée à la fois à celle du Yorkshire et du Gondwana supérieur de l'Inde, tend à diminuer les différences qu'on a exagérées, à la suite de Feistmanstel, entre les flores jurassiques européennes et indiennes.

D'autres travaux récents de M. M. Seward et Sahni, de Miss Holden, seraient à citer comme accentuant cette tendance ; il n'y avait plus durant le Jurassique de provinces nettement distinctes comme au temps paléozoïque ; certains genres (g. *Ptilophyllum*, g. *Dictyozamites*) longtemps considérés comme caractéristiques du Gondwana supérieur de l'Inde ont été trouvés en Angleterre, à Gra-

(1) Cf. A. C. Seward : Climate as tested by fossil plants (*Quart. Journ. Roy. Meteorol. Soc.*, XL, No. 171, p. 210, july 1914).

ham, dans la Terre de Feu (1); les *Ginkgoales*, que l'on croyait absentes de l'Inde, y sont sûrement représentées; enfin dans un mémoire récent MM. Seward et Sahni comparent très souvent des espèces ou formes du Gondwana supérieur de l'Inde avec des espèces ou formes européennes (2). L'examen détaillé de ce mémoire sera renvoyé à la prochaine revue.

On peut encore citer, au sujet de cette flore du Gondwana supérieur de l'Inde, la tendance des spécialistes à rajeunir l'âge des groupes divers (3). Feistmantel considérait le groupe de Kach-Jabalpur comme équivalent du Lower Oolite d'Angleterre. La flore de Rajmahal par l'abondance des Cycadophytes jurassiques, par la présence de vraies fougères et la disparition des types paléozoïques du Gondwana inférieur, se sépare nettement à sa base de l'étage de Parsora (4). On lui trouve des affinités à la fois avec le Lias d'Europe comme aussi avec les flores médiojurassiques.

Au point de vue de la constitution même des flores jurassiques, les Equisétinées ne tiennent plus la place importante qu'elles ont occupée durant le Trias. La flore des divers gisements est formée de *Fougères*, avec quelques *Marattiacées*, de genres nombreux et variés de *Cycadophytes* (*Bennettitales*), de *Ginkgoales*. Le phylum des Ptéridospermées paraît en voie d'extinction ; toutefois il résulte des études de Wieland que le genre *Glossopteris* est probablement représenté dans la série liasique du Sud du Mexique et il est possible que le genre *Thinnfeldia*, de position indéterminée, doive se ranger parmi les Ptéridospermées.

En tout cas, l'épanouissement de certaines familles de Fougères et des Cycadophytes plaide en faveur d'un climat chaud, sans doute

(1) T. G. Halle : On the occurence of *Dictyozamites* in South Africa (*Palæobot. Zeitschrift*, I, 1, S. 40-43, 1912).

(2) A. C. Seward and B. Sahni : Indian Gondwana plants : a revision (*Mem. Geolog. Surv. India*, N. S., VII, N° 1, pp. 18, 37 ; Calcutta, 1920).

(3) Cf. T. G. Halle, *op. cit. The mesozoic flora of Graham Land*, p. 102. — Id. : Some mesozoic plant-bearing deposits from Patagonia and Tierra del Fuego (*Kungl. Svenska Vetenskaps. Handlingar*, LI, n° 3, p. 10 ; 1918). — N. Arber in *New-Zealand Geol. Surv. Palæont. Bull.* N° 6, p. 14, 1917. — A. C. Seward in *Fossil plants*, III, p. 546, 1917. — P. Cotter : A revised classification of the gondwana System (*Rec. geol. Surv. India*, XLVIII, 1, pp. 22, 23 ; 1917).

(4) Cf. B. Sahni in *Proc. Asiatic Society of Bengal*, N. S., XVII, 1921, N. 4 ; p. 164.

subtropical (1). Mais il importe de ne pas faire de généralisations hâtives. Les caractères écologiques des diverses flores sont encore à préciser dans bien des cas. « La présence à Hope Bay dans la Terre de Graham, écrit Lignier (2), de fougères à folioles petites et coriaces, de Cycadophytes à formes réduites, de Conifères à rameaux avec feuilles squamiformes... est l'indice de conditions climatériques spéciales, rappelant beaucoup celle de l'époque oolithique de nos régions et celles qu'à l'époque actuelle on observe dans les régions situées sous les cercles arctiques. Il y aurait un véritable intérêt à rechercher les régions du globe dans lesquelles, à l'époque jurassique moyenne se rencontraient des conditions climatériques semblables. »

L'étude des cuticules, de la structure, de la disposition et du nombre des stomates est sans doute appelée à rendre de grands services aux paléobotanistes qui cherchent à reconstituer les conditions écologiques et climatériques des milieux où se sont épanouies les flores jurassiques. Comme on aura lieu de le rappeler, M. Halle (3) a signalé des structures xérophytiques dans des feuilles de plantes mésozoïques. Cependant, de leur étude comparée des cuticules et des stomates des Cycadophytes secondaires et des Cycadées actuelles, M. H. Hamshaw Thomas et Miss N. Bancroft (4) ont conclu qu'ils avaient des raisons de penser que la structure des stomates était plutôt l'expression de caractères ancestraux que celle de conditions spéciales des milieux.

Somme toute, on doit s'arrêter aux conclusions de M. Seward : « Il est difficile d'établir une comparaison étroite entre les types de plantes fossiles et leurs plus proches parents actuels en vue de déterminer les conditions climatériques anciennes. L'étude des flores jurassiques et infracrétacées tend à démontrer qu'il y avait alors sur tout le globe une végétation plus uniforme et dans les

(1) F. H. Knowlton : The Jurassic flora of Cape Lisburne, Alaska (*U. S. Geol. Surv. Profess. Paper* 85. D. p. 46. 1914).

(2) O. Lignier in *Bull. Soc. Linnéenne de Normandie, U. S.* 6e sér., VI, p. 130 ; 1913.

(3) T. G. Halle : Some xerophytic leaf-structures in Mesozoic plants (*Geologiska Föreningens,* XXXVII, H. S., pp. 493, 519 ; pl. XII et XIII ; 1915).

(4) H. Hamshaw Thomas and N. Bancroft : On the cuticles of some recent and fossil Cycadean fronds. (*Trans. Linn. Soc. London.* 2 nd. Ser. Bot., VIII, 5, pp. 155-197 ; pl. XVII-XX ; 32 figs. ; 1913).

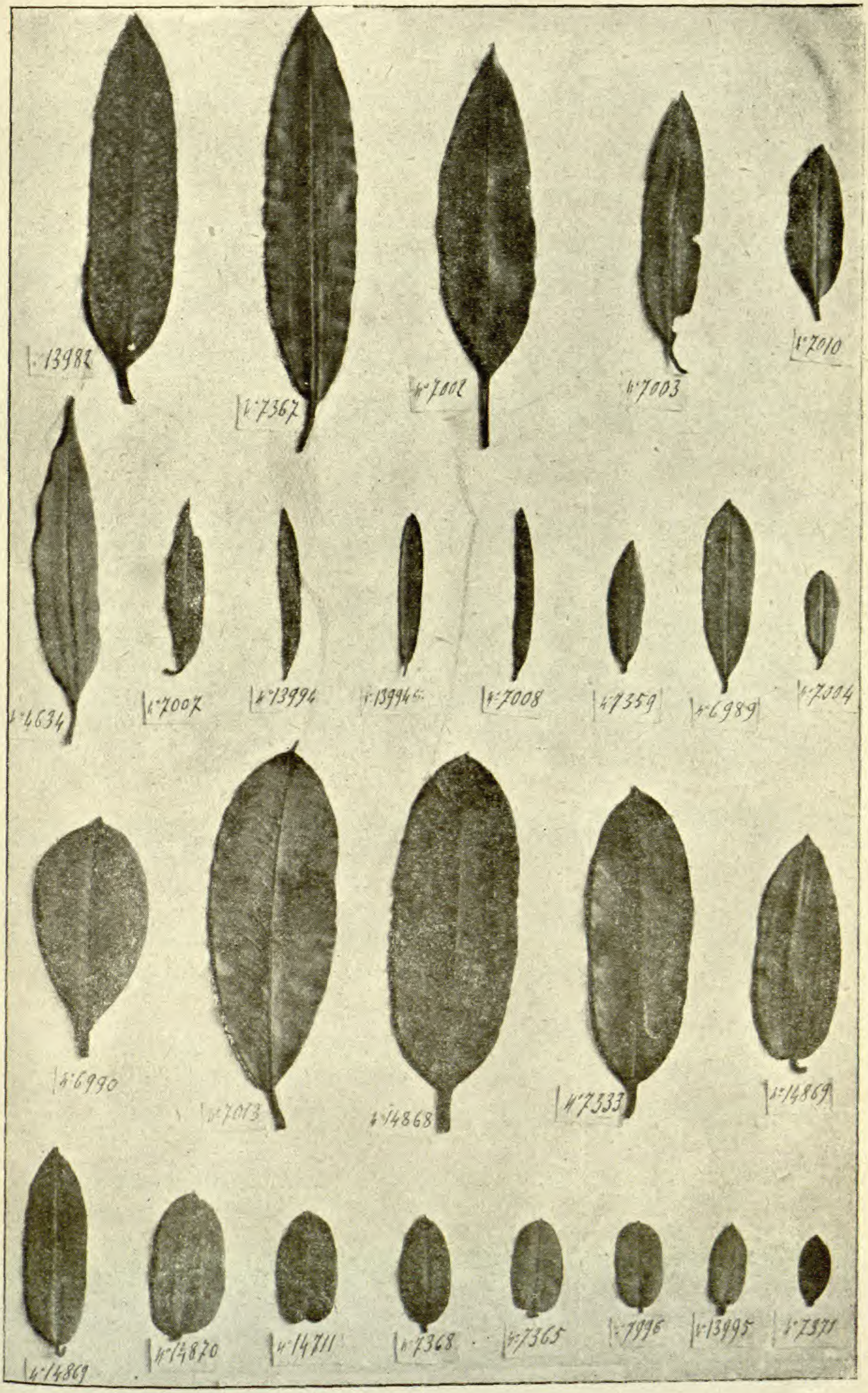
régions arctiques et antarctiques une température plus élevée que de nos jours. M. Gothan a cru pouvoir conclure, de l'examen des bois fossiles des régions arctiques, que dans ces régions les bois présentaient dans leurs zones concentriques nettes des preuves d'alternances saisonnières, alors que l'absence de ces zones dans les bois des régions tropicales prouvait une plus grande uniformité de conditions ; mais les faits sont jusqu'ici à peine suffisants pour admettre définitivement l'existence de zones climatériques durant le Jurassique (1) ».

(à suivre).

(1) Cf. A. C. Seward, *op. cit.* Climate as tested... p. 211.

Nemours. — Imp. André Lesot. *Le Gérant :* Emile Michaudon.

Agauria de Madagascar



Feuilles d'Agauria de Madagascar

LES ANOMALIES
DE LA CARYOCINÈSE SOMATIQUE
CHEZ LE *SPINACIA OLERACEA* L.

par M. R. de LITARDIÈRE

Au cours des recherches que je poursuis sur l'évolution des chromosomes somatiques, mon attention a été attirée par des figures extrêmement curieuses rencontrées dans les racines du *Spinacia oleracea* L. De prime abord, ces figures m'ont paru assez difficiles à interpréter d'une façon certaine : dans la suite cependant, je suis arrivé, après une sériation rigoureuse des stades, à pouvoir suivre exactement la marche des processus anormaux qui se produisent ici, processus encore sans précédents connus et dont je soulignerai plus loin toute l'importance.

Mes observations ont porté sur les formes culturales suivantes :

Epinard monstrueux de Viroflay,
— de Flandre,
— Triomphe,
— d'Angleterre,

les trois premières appartenant au var. *glabra* (Mill.) Gjürke (= *S. glabra* Mill. ; *S. inermis* Mœnch), la dernière au var. *Mœnchii* Alef. (= *S. spinosa* Mœnch ; *S. oleracea* Moq.).

Les racines que j'ai étudiées provenaient de semis effectués sur sable humide, soit à l'étuve à 20°, soit, comme terme de comparaison, dans le laboratoire ; pour les deux cas les résultats ont été absolument identiques.

Dans le présent mémoire, je décrirai en premier lieu les figures de métaphase normale, celles des métaphases anormales, les phénomènes de la fin de la période prophasique, puis donnerai le

schéma des processus anormaux, enfin un dernier paragraphe sera réservé à la discussion des faits observés et aux conséquences d'ordre général qu'ils peuvent entraîner.

§ I. — Les figures normales et anormales de métaphase.

Disons tout d'abord que l'on trouve, dans une même racine et souvent dans une même coupe, des métaphases caractérisées par des nombres de chromosomes différents, 12, 24, 48 et ensuite, pour certaines d'entre elles, par l'allure très particulière que présentent ces chromosomes.

J'étudierai successivement ces diverses figures ; nous verrons ultérieurement comment on doit les interpréter.

1. — *FIGURES NORMALES DE MÉTAPHASE.*

Normalement on observe 12 chromosomes grêles et assez allongés (Pl. 8 ; figs. 1, 3, 4, 5, 6 et 7) ; parfois les éléments sont plus courts et plus massifs (Pl. 8 ; fig. 2). Les moitiés longitudinales sont assez souvent bien visibles.

Faisons remarquer que si un certain nombre de chromosomes paraissent plus ou moins se correspondre deux à deux, il en est d'autres pour lesquels on ne trouve pas de partenaire voisin et que, dans bien des cas, on ne sait si tel chromosome doit être associé avec tel ou tel autre ; l'examen des nombreuses figures de métaphases normales reproduites dans ce mémoire sera très démonstratif à cet égard. Il me semble dès lors difficile, contrairement aux assertions de Stomps (1910) (1), de ne pas appliquer au cas du *Spinacia* les conclusions auxquelles j'étais arrivé (1921) dans mon étude sur les Filicinées (2), à savoir qu'il n'y a pas à la métaphase — non plus du reste qu'à d'autres périodes — un appariement régulier de chromosomes homologues, ni même une tendance manifeste à ce groupement, mais bien des dispositions fortuites ou tout au moins qui sont uniquement, cela est probable, sous la dépendance de certains phénomènes physico-chimiques.

(1) Stomps, Th. J. : Kerndeeling en synapsis bij *Spinacia oleracea* L. (Amsterdam, 162 pp., 3 pl. 1910).

(2) De Litardière, R. : Recherches sur l'élément chromosomique dans la caryocinèse somatique des Filicinées (*La cellule*, XXXI, 2^{me} fasc., 255-474, pls. I-IX ; 1921).

2. — *FIGURES ANORMALES DE MÉTAPHASE*

Les diverses figures que je vais décrire sont *très fréquentes* et je les ai rencontrées dans toutes les formes culturales du *Spinacia oleracea* que j'ai étudiées. On les trouve exclusivement dans le *périblème*. Je n'ai pas constaté de différences appréciables dans la dimension des cellules contenant des éléments chromosomiques plus nombreux qu'à l'état normal.

a) Figures à 24 chromoses appariés d'une façon parfaite :

A côté des métaphases caractérisées par 12 chromosomes s'en rencontrent d'autres où les éléments chromosomiques au nombre de 24 sont appariés d'une façon parfaite (Pl. 8 ; figs. 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21).

Tantôt les chromosomes sont allongés (Pl. 8 ; figs. 15, 16, 17, 18, 19), ceci aux stades de début de la métaphase, tantôt beaucoup plus courts et plus trapus (Pl. 8 ; fig. 20), arrivant même, dans certains cas, à être très réduits.

En examinant les figs. 18, 19, 20 de la planche 8, on pourrait croire que les 2 éléments constitutifs d'une paire sont des moitiés longitudinales, mais il faut remarquer qu'ils *sont situés dans un même plan* et que *chacun d'eux est clivé longitudinalement.* Il s'agit en réalité de *24 chromosomes clivés et appariés.*

Les figs. 15, 16, 17 de la planche 8 ne peuvent être interprétées que de la même façon, mais ici les chromosomes (surtout dans les figs. 15 et 16) sont beaucoup plus rapprochés et un certain nombre d'entre eux sont croisés.

Les diverses paires sont assez distantes les unes des autres, de telle sorte que par leur régularité les figures se montrent extrêmement schématiques et ceci d'autant plus que dans les stades de métaphase avancée tous les chromosomes sont situés dans un même plan. Je ne saurais trop insister sur la réelle beauté de ces figures qui, de même que celles à 48 chromosomes que je décrirai plus loin, étonnent vraiment l'observateur.

Le clivage longitudinal n'est naturellement pas visible dans tous les chromosomes, les deux moitiés pouvant être exactement superposées sur toute leur longueur. Remarquons que ces moitiés sont parfois fort divergentes (Pl. 8 ; figs. 16, 19. 20, 21).

Exceptionnellement de fins tractus relient deux éléments appariés et des chromosomes appartenant à des paires voisines.

b) Figures à 24 chromosomes non appariés :

Ces métaphases (Pl. 8 et 9; figs. 23, 24, 25, 26, 27) présentent un aspect absolument identique à celui des métaphases normales à 12 chromosomes, les éléments y sont de calibre semblable et il est impossible d'y trouver un arrangement *parfait* par paires (dans la fig. 27, il paraît toutefois exister une certaine régularité de groupement pour plusieurs chromosomes).

c) Figures à 48 chromosomes appariés d'une façon parfaite
(Pl. 9 ; figs. 29, 30, 31) :

De prime abord, en considérant les éléments de la fig. 29, on pourrait croire à 24 chromosomes dédoublés, mais *ils sont situés dans un même plan et chacun d'eux est clivé longitudinalement.* Sans aucun doute, nous nous trouvons donc en présence de *48 chromosomes clivés et appariés ;* il en est de même en ce qui concerne les figs. 30 et 31 où les chromosomes sont plus raccourcis et plus trapus.

§ II. — Les phénomènes de la fin de la période prophasique.

Dans le *Spinacia,* si on étudie les noyaux appartenant au plérome, où il n'existe aucune cinèse anormale, on constate (Pl. 8; fig. 10) que durant la dernière étape des processus anachromasiques les chromosomes ne montrent qu'une indication très faible de la divivion longitudinale dont ils ont été le siège un peu antérieurement (Pl. 8 ; fig. 9) (1) ; ce fait est bien connu et constitue une des caractéristiques de la fin de la période prophasique, surtout dans les espèces présentant des chromosomes grêles.

Il en est tout autrement si on examine *certains* noyaux du périblème : ici, il se produit non pas un rapprochement intime des 2 chromosomes-filles, mais bien un *écartement* souvent assez sensible de ceux-ci qui arrivent à prendre une allure tout à fait semblable à celle des éléments du *strepsinema* dans une prophase

(1) Les fig. 9 et 10 se rapportent à des noyaux *normaux* du périblème dont l'évolution est identique à celle que l'on observe dans les noyaux du plérome.

hétérotypique. L'examen des figs. 11, 12, 13 me dispensera d'une plus ample description.

Nous considérons cette évolution comme anormale, car nous pouvons saisir là le mécanisme de la constitution de certaines des métaphases anormales que je décrivais tout à l'heure, celles dont les chromosomes sont nettement appariés. La comparaison des figs. 11, 12, 13, 14, 15, par exemple, montrera d'une façon très claire comment l'on passe d'une fin de prophase strepsinématique à une métaphase dont les chromosomes sont appariés. Je vais m'étendre longuement sur ce point et, puisque nous sommes maintenant en possession d'une des données essentielles du problème, il sera facile de pouvoir tracer l'évolution aberrante de certains noyaux du *Spinacia*.

§ III. — L'évolution caryocinétique anormale.

Le nombre chromosomique diploïdique du *Spinacia oleracea* est dans les *cas normaux* 12 (tout au moins en ce qui concerne les formes énumérées au début de ce mémoire), ainsi que l'a indiqué Stomps (1910). Nous allons montrer par quel mécanisme il se forme divers noyaux possédant des nombres plus élevés.

1. Rappelons qu'à la fin de la période prophasique, dans certains noyaux du périblème, les chromosomes-filles, au lieu de se rapprocher, s'écartent et demeurent ainsi associés, simulant des filaments strepsinématiques (Pl. 8 ; figs. 11, 12, 13). De même que les filaments strepsinématiques de l'hétérotypie deviennent en se raccourcissant et en se condensant, les deux composants des gemini diacinétiques et métaphasiques, de même les chromosomes-filles du *Spinacia*, par un semblable phénomène de raccourcissement et de condensation, deviennent les éléments appariés de la métaphase (dans le premier cas, il s'agit toutefois de chromosomes entiers qui se sont accouplés). Et c'est ainsi que se constitueront ces métaphases à 24 éléments appariés (Pl. 8 ; figs. 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21), dont chacun d'eux est *à l'origine une moitié longitudinale*. Ces moitiés chromosomiques acquièrent une indépendance telle qu'elles ne pourront plus se séparer dicentriquement ; elles s'accroissent durant la longue période prophasique et deviennent alors réellement des *chromosomes*, puisqu'elles sont susceptibles de subir un *clivage lon-*

gitudinal, bien visible dans les figures de métaphase (Pl. 8; figs. 16, 19, 20, 21, en particulier), mais qui doit cependant débuter vers la fin de la prophase.

Cette évolution, comportant *2 clivages presque successifs*, est en contradiction avec tous les faits jusqu'alors décrits. Les aspects que j'ai observés ne peuvent cependant pas être interprétés d'une autre façon, ainsi que je le ferai ressortir plus loin.

2. A partir de ce moment, les processus caryocinétiques vont reprendre leur marche habituelle : les moitiés longitudinales des 24 chromosomes se dissocieront dicentriquement à l'anaphase et il s'établira de part et d'autre du plan équatorial une couronne polaire de 24 éléments. La fig. 22 représente une vue polaire d'une telle anaphase. Pour comparaison, j'ai dessiné aussi (Pl. 8; fig. 8) un stade identique appartenant à une cinèse normale.

Les nouveaux noyaux qui se formeront pourront évoluer de deux manières différentes :

3. Ou bien la prophase s'accomplira suivant le *processus ordinaire* et il en résultera des *métaphases à 24 chromosomes* (Pl. 8 et 9; figs. 23, 24, 25, 26, 27) *offrant tout à fait l'aspect de celles à 12*.

4. Ou bien se produisent des phénomènes semblables à ceux que j'ai décrits tout à l'heure, amenant la formation des métaphases à 24 chromosomes appariés. Comme dans ce cas, les 24 moitiés longitudinales, au lieu de se rapprocher durant la dernière étape prophasique, prennent des aspects de strepsinema (Pl. 9; fig. 28) et, après une période d'accroissement, arrivent à acquérir la valeur de *chromosomes indépendants ;* il s'en suivra des figures de métaphase présentant *48 éléments disposés en 24 paires* (Pl. 9; figs. 29, 30, 31).

5. Les moitiés longitudinales qui sont apparues dans les 48 chromosomes se dissocieront dicentriquement et l'on aura des anaphases à 48 éléments (Pl. 9 ; fig. 32).

Dans mon matériel, malgré le soin que j'y ai apporté, je n'ai pu observer aucune métaphase d'allure normale présentant 48 chromosomes ; il en résulterait donc que les noyaux qui se sont formés ne sont plus capables de se diviser et ceci sous l'influence d'une cause qui m'échappe complètement.

§ IV. — Discussion et Conclusions.

Stomps, dans son étude sur les divisions nucléaires du *Spinacia* (1910), avait bien observé des métaphases à 24 « chromosomes groupés par paires » ; ces figures ne sont pour lui qu'un exemple très démonstratif de l'*appariement des chromosomes somatiques*. Nous sommes à ce sujet en complet désaccord avec le savant botaniste hollandais ; nous reviendrons dans un instant sur cette question.

D'après Stomps, les noyaux à 24 chromosomes (il ne mentionne pas de figures à 48 chromosomes) proviendraient de la *fusion des 2 noyaux d'une cellule binucléée.*

Il existe réellement chez le *Spinacia*, en particulier dans le péribléme, quelques cellules binucléées (Cf. Pl. 9 ; fig. 33) ; ces cellules ne peuvent être mises en évidence d'une façon certaine que dans des sections longitudinales, car, sur coupes transversales, il est facile de commettre des erreurs en interprétant comme 2 noyaux appartenant à une même cellule des noyaux qui font réellement partie de 2 cellules distinctes superposées. Ainsi que cela a lieu chez d'autres plantes, les cellules binucléées du *Spinacia* proviennent certainement d'une caryocinèse non suivie de cytocinèse, la membrane cellulaire n'ayant pu se constituer au milieu des vacuoles qui encombrent le cytoplasme (la fig. 34, représentant une anaphase, est très démonstrative à cet égard).

Dans mes préparations, je n'ai jamais observé aucun exemple de fusion entre les 2 noyaux des cellules dont je viens de parler. Admettons cependant que ce stade ait pu m'échapper. Il est bien difficile de concevoir que des chromosomes provenant de noyaux-sœurs puissent offrir un appariement si étroit et si régulier, alors que les chromosomes des noyaux normaux qui sont le résultat de la fusion fécondatrice présentent, eux, la plupart du temps, une disposition somme toute bien peu ordonnée. Je ne vois pas très bien comment, au milieu de la masse provenant de l'union de 2 noyaux appartenant à une cellule binucléée, des chromosomes affines pourraient se rechercher et s'accoupler ! Du reste, dans les cas de synkarions certains qui ont été signalés, les chromosomes des métaphases ne présentent en aucune façon l'arrangement très particulier qu'ils offrent chez le *Spinacia*.

L'étude des phénomènes de la fin de la prophase, phénomènes qui paraissent avoir échappé complètement à Stomps, vient au contraire mettre en lumière la constitution de ces métaphases aberrantes. L'évolution que j'ai décrite plus haut, ainsi que je le disais, est en contradiction avec tous les faits actuellement connus, car il y aurait 2 clivages presque successifs sans intervention d'un stade interphasique de dispersion, stade pendant lequel se ferait un accroissement chromosomique.

Etant donnée l'importance du problème, je me suis demandé si, en présentant les faits tels que je l'ai indiqué, je n'avais pas commis une erreur d'interprétation par suite d'une sériation incomplète et si l'hypothèse suivante ne devait pas être envisagée : aussitôt après une prophase évoluant comme je l'ai relaté et amenant la constitution de chromosomes appariés, il y aurait un stade de télophase monocentrique où les chromosomes, restant sur place et groupés deux par deux, seraient le siège de processus catachromasiques (étirement, formation d'anastomoses etc.). Les figures de prophase qui s'en suivraient montreraient donc des chromosomes appariés dès le début ; les aspects correspondant à la dernière partie de cette période ne différeraient de ceux d'une prophase évoluant vers une télophase monocentrique que par la présence d'une scission longitudinale au sein de chaque élément apparié.

En procédant à un examen très approfondi de mes préparations, j'ai dû écarter cette hypothèse, car je n'ai trouvé aucune figure pouvant faire songer à une télophase qui se serait produite sur place et n'ai pu observer du reste d'appariements chromosomiques dans les stades de début de prophase. L'exactitude de ma description ne me paraît donc pas douteuse et je pense que, malgré tout, si l'évolution des chromosomes du *Spinacia* est très aberrante, elle peut se raccorder néanmoins au schéma classique. La période de prophase, en effet, dans les cinèses anormales, est certainement de durée beaucoup plus longue qu'elle ne l'est dans les cinèses ordinaires, les moitiés longitudinales deviennent indépendantes et sont encore à ce moment très allongées (Cf. Pl. 8, fig. 12 en particulier). Il y aurait là un stade analogue à celui de la dispersion interphasique et bientôt les moitiés, qui ont pu accroître leur substance, se trouvent « mûres » pour ainsi dire et sont à même de subir une seconde division. Du reste, cette seconde division paraît indispensable, car

l'indépendance acquise par les « moitiés primaires » est telle que celles-ci ne peuvent plus se séparer dicentriquement ; ce sont donc les « moitiés secondaires » (en réalité les moitiés des nouveaux chromosomes constitués) qui se placent au fuseau et se dissocient.

La « seconde » division longitudinale, qui est très visible à la métaphase, est sans doute souvent amorcée dès la fin de la prophase ; je ne saurais être tout à fait affirmatif sur ce point, étant donné le faible calibre des éléments.

On aurait pu penser que les métaphases à 48 chromosomes groupés en 24 paires dérivent *directement* des figures présentant 24 chromosomes répartis en 12 paires. Dans cette hypothèse d'interprétation que j'ai envisagée à un moment donné de mes recherches, il faudrait admettre que parfois les chromosomes-filles (« moitiés secondaires ») des 24 chromosomes (« moitiés primaires »), ne subissent pas la dissociation dicentrique, comme cela a lieu pour les « moitiés primaires », qu'elles restent côte à côte dans le plan équatorial, qu'elles s'écartent à leur tour, se disposant ainsi en 24 paires, et qu'enfin apparaît un nouveau clivage longitudinal donnant naissance à des « moitiés tertiaires », d'où l'aspect de 48 éléments groupés deux par deux et dont chacun est divisé longitudinalement.

Cette hypothèse doit certainement être rejetée. En effet, en étudiant les diverses figures, on ne voit pas de transitions entre les métaphases à 24 éléments appariés, si ce n'est quelques « moitiés secondaires » très divergentes que l'on constate dans certaines métaphases à éléments raccourcis (Pl. 8 ; fig. 21 en particulier). Cette divergence pourrait être considérée comme une phase de dislocation de ces moitiés. Mais en vérité il me semble impossible que l'on puisse passer de là à un stade tel que celui de la fig. 29 où les éléments sont fort allongés et qui appartient évidemment à un état beaucoup plus précoce de la métaphase. La découverte d'une figure de fin de prophase (Pl. 9 ; fig. 28) offrant 24 éléments strepsinématiques — ils n'ont pas tous été représentés dans mon dessin — m'a permis d'établir d'une façon certaine que les métaphases à 48 chromosomes appariés s'édifient à partir de prophases à 24 chromosomes et ceci par un processus identique à celui qui marque le passage de 12 chromosomes normaux à 24 chromosomes appariés. J'ai observé du reste des noyaux appartenant à un stade antérieur à celui représenté par la fig. 28, mais il était matériellement impos-

sible de se rendre compte du nombre exact de leurs constituants, cependant à première vue ils paraissaient bien plus nombreux que dans une figure devant évoluer vers une métaphase à 24 éléments appariés.

Le cas du *Spinacia oleracea* constitue un exemple d'évolution chromosomique absolument nouvelle dans la littérature cytologique. Toutefois les aspects de strepsinema qui caractérisent les prophases anormales peuvent se rencontrer dans certains objets, où ils n'ont pas du reste la même valeur. M. le Prof. Grégoire m'a montré des préparations d'*Allium Cepa* présentant des figures analogues, de même M. le Prof. Dehorne en ce qui concerne le *Corethra plumicornis*. Ainsi que l'a signalé (1) le savant zoologiste de Lille, les 3 chromosomes longitudinalement divisés du *Corethra* offrent tout d'abord un aspect de strepsinema, puis, lorsque le déroulement et la détorsion des éléments-filles est achevé, chacun d'eux se trouve à une assez grande distance l'un de l'autre, « comme cela se rencontre dans certaines dyades hétérotypiques », de telle sorte qu'au début de la métaphase les figures simulent 6 chromosomes univalents groupés par paires. Ici, contrairement à ce qui se passe dans le *Spinacia*, les moitiés écartées de chaque chromosome se rapprochent ensuite étroitement et subissent peu de temps après une dissociation dicentrique.

Nous devons nous demander maintenant quelle est la cause des processus si singuliers qui se manifestent chez le *Spinacia oleracea*. Leur existence dans des formes différentes de cette espèce et dans toutes les racines que j'ai étudiées ne permet pas de les interpréter comme un cas pathologique accidentel. Faut-il attribuer à la culture cette sorte d'affolement qui caractérise certains noyaux ? Bien d'autres plantes cultivées depuis des temps immémoriaux et dont le type sauvage est inconnu, comme cela a lieu pour l'Épinard, n'offrent pas de semblables particularités ou tout au moins on ne les y a pas observées. Un mystère plane et planera sans doute encore longtemps sur cette question....

Les phénomènes que j'ai découverts ont une assez grande portée au point de vue général.

(1) DEHORNE, A. : L'Hétérotypie dans la mitose somatique de *Corethra plumicornis* (*C. R. Acad. Sc. Paris*, CLXXII, p. 931, 1921).

Tout d'abord ils montrent que l'intervention d'un stade de dispersion interphasique ne doit pas forcément être intercalé, comme on le croyait jusqu'à présent, entre deux clivages chromosomiques. Ce point est fort important.

Ils permettent ensuite d'expliquer une des origines possibles de variétés possédant un nombre de chromosomes double ou quadruple de celui offert par le type. On peut, en effet, concevoir facilement la production dans l'œuf de processus semblables à ceux que je viens de décrire, d'où résulteraient des organismes ayant des chromosomes en nombre double ou quadruple.

Une autre conséquence se rapporte à la variation numérique des chromosomes chez un individu. La littérature cytologique, aussi bien en Botanique qu'en Zoologie, abonde aujourd'hui, en exemples de nombres différents donnés pour une même espèce. A mon avis, il y a lieu d'être très prudent dans l'interprétation de ces faits. Je m'explique. Un auteur étudie une plante — ou un animal — appartenant à une espèce polymorphe et, s'il n'est pas systématicien en même temps que cytologiste, il ne donnera le plus souvent qu'une détermination spécifique pour la forme qu'il a entre les mains et dont il s'occupe au point de vue du nombre chromosomique. Un autre auteur reprenant par la suite l'étude d'une plante — ou d'un animal — faisant partie de ce même groupe trouvera un nombre de chromosomes différent de celui signalé par le premier. Comme le groupe envisagé par ces deux auteurs est polymorphe, il s'en suivra fatalement que le second prétendra avoir observé une forme différente de celle étudiée par le premier. Souvent la chose sera parfaitement exacte, et j'en connais des exemples indubitables, mais il se pourrait aussi que l'un des deux se soit trouvé en présence d'une de ces métaphases anormales (à chromosomes non appariés) comme j'en ai observé chez le *Spinacia*. Dans beaucoup d'objets — je le sais par expérience — les figures métaphasiques très claires que l'on recherche pour les numérations de chromosomes sont parfois fort rares et on arrive à se contenter d'une ou deux figures nettes rencontrées parmi un grand nombre de coupes. Si j'insiste sur ce point, c'est pour mettre en garde contre une généralisation trop hâtive dans l'évaluation d'un nombre chromosomique caractéristique.

Les faits que j'ai constatés dans le *Spinacia* apportent une nou-

velle confirmation à la *thèse de l'autonomie des chromosomes*, thèse dont les détracteurs sont encore nombreux aujourd'hui. Nous savons qu'il se constitue par les curieux processus dont nous avons suivi la marche, et ceci à partir de prophases à 12 chromosomes, des anaphases à 24 chromosomes qui donneront naissance à des noyaux possédant 24 chromosomes, preuve évidente de la persistance autonome des éléments entre deux cinèses — car c'est là tout l'essentiel de la thèse, peu importe si ultérieurement se produit un phénomène amenant la formation de 48 chromosomes. Il est de toute certitude que si les noyaux qui ont acquis de la sorte 48 chromosomes se divisaient, on verrait réapparaître à la cinèse suivante ces 48 chromosomes.

Mes observations *n'infirment en aucune façon la loi de constance du nombre chromosomique*, bien que, de prime abord, cette assertion puisse paraître un peu paradoxale. Les variations chez le *Spinacia* rentrent dans la catégorie de celles que je qualifiais d'*anormales* dans mon travail sur les Filicinées (1921) — de même par exemple celles dues à des karyogamies — et tout porte à penser que les gamètes du *Spinacia* possèdent le nombre caractéristique de l'espèce. Il y aurait réellement variation permettant de ne plus considérer la loi de constance comme fondée, si, suivant la conception de Della Valle, il se formait, à partir d'une cristallisation succédant à une dissolution de la masse chromosomique, un nombre variable de chromosomes, tantôt égal à *a* par exemple, tantôt égal à *b*, tantôt à *c*. Aucun auteur n'a encore apporté de preuves en faveur de cette hypothèse si hasardée, et en tous cas rien de semblable ne se produit chez le *Spinacia*.

EXPLICATION DES PLANCHES

Les figures reproduites dans ce mémoire (sans aucune réduction) ont été dessinées à l'aide du prisme de Nachet. Je me suis toujours servi de l'objectif apochromatique de Zeiss d. f. 2 mm. n. a. 1,3 avec l'oculaire compensateur 18 de Zeiss, sauf pour la fig. 33 qui a été prise avec l'oculaire 4. Le pupitre à dessiner se trouvait à une hauteur de 8 cm. environ inférieure a celle de la platine du microscope.

Les différentes figures se rapportent à l'Epinard de Viroflay, sauf les figs. 19, 24 et 28 qui ont trait à l'Epinard de Flandre.

Toutes les racines étudiées ont été fixées au liquide de Benda.

Planches 8 et 9

Figs. 1-7. — Métaphases normales vues du pôle. La fig. 2 comporte des éléments assez raccourcis (Dermatogène : figs. 1 et 2 ; périblème : figs. 3-5 ; plérome : figs. 6 et 7).

Fig. 8. — Anaphase normale vue du pôle (Dermatogène).

Fig. 9 — Prophase : stade normal, chromosomes longitudinalement divisés (Périblème).

Fig. 10. — Prophase : stade normal, la fente de division est presque complètement voilée (Périblème).

Figs. 11 et 13. — Prophase : stade anormal, filaments strepsinématiques (Périblème).

Fig. 12. — id., *fond de noyau* (Périblème).

Fig. 14. — id., stade plus avancé, passage à la métaphase (Périblème).

Figs. 15-21. — Métaphases anormales vues du pôle montrant 24 éléments chromosomiques groupés par paires ; dans un certain nombre d'entre eux, les moitiés longitudinales sont nettement visibles. La figure 20 comporte des éléments très raccourcis (Périblème).

Fig. 22. — Anaphase anormale à 24 chromosomes vue du pôle (Périblème).

Figs. 23-27. — Métaphases anormales vues du pôle montrant 24 chromosomes non appariés. La fig. 27 comporte des éléments plus raccourcis (Périblème).

Fig. 28. — Fin de prophase anormale à 24 chromosomes (*fond de noyau*), éléments strepsinématiques (Périblème).

Figs. 29-31. — Métaphases anormales vues du pôle montrant 48 éléments chromosomiques groupés par paires ; dans un certain nombre d'entre eux, les moitiés longitudinales sont nettement visibles (Périblème).

Fig. 32. — Anaphase anormale vue du pôle (section légèrement oblique) à 48 chromosomes (Périblème).

Fig. 33. — Cellule binucléée (Périblème).

Fig. 34. — Anaphase normale, vue de face, dans une cellule dont le cytoplasme est rempli de vacuoles (Périblème).

L'ATHERMANÉITÉ DES ESSENCES VÉGÉTALES ET LA TRANSPIRATION

par M. E. C. TÉODORESCO

Les voyageurs qui ont parcouru les steppes et les déserts, ont attiré l'attention, depuis longtemps, sur les senteurs particulières de l'atmosphère ; généralement ces senteurs sont délicieuses : « les rares petites plantes répandent leurs parfums comme des cassolettes innombrables ; on croirait que l'air est rempli de benjoin, de citronelle, de géranium et de myrrhe » (1) ; d'autre fois l'air est chargé de parfums violents ou d'odeurs fétides. Les voyageurs naturalistes, que préoccupent les questions de biologie, ne se sont point contentés de constater ces faits ; afin de se former une juste idée sur l'importance de ces essences végétales, ils se sont attachés à déterminer si les substances odorantes n'ont pas une fonction quelconque à remplir dans la vie des plantes.

Des opinions bien diverses ont été émises sur le rôle des huiles éthérées ; je pense que dans la plupart des cas on a généralisé trop vite, on a exagéré l'importance des essences et on a fait des conjectures prématurées. C'est une idée, répandue parmi beaucoup de botanistes distingués que les vapeurs d'essences, émises par les plantes aromatiques, jouent un rôle dans la transpiration ; en effet, quelques expériences de laboratoire ont montré que, sous l'influence des vapeurs de substances odorantes, la transpiration se ralentit et devient beaucoup plus faible que dans l'air normal. A quoi faut-il attribuer cette diminution? D'après certains auteurs l'abaissement de

(1) Pierre Loti : Le désert, p. 33.

la transpiration serait dû aux propriétés physiques des essences végétales ; certains autres l'attribuent aux modifications physiologiques que ces substances provoquent dans le protoplasma des cellules vivantes.

Tyndall (1) avait montré que les vapeurs des diverses essences ou huiles essentielles, élaborées par les organismes végétaux, opposent un obstacle à la transmission de la chaleur rayonnante ; Tyndall à constaté que l'absorption des vapeurs de patchouli est 30 fois, de l'essence de rose 36 fois, du thym 74 fois, de la lavande 355 fois, de l'anisette 372 fois plus grande que celle de l'air pris à la tension ordinaire de l'atmosphère. Ce fait incontestable, observé par le physicien anglais, a conduit Volkens (2) et plusieurs autres botanistes à formuler la théorie que les huiles éthérées permettent aux plantes de se défendre contre une transpiration trop active. D'après cette opinion, admise par Wiesner (3), Drude (4), Warming (5) et résumée d'une manière précise dans toutes les éditions du traité d'Anatomie de Haberlandt (6), les essences s'évaporent très facilement et entourent la plante d'une atmosphère, qui joue le rôle d'un écran absorbant ; cette atmosphère, imprégnée de vapeurs odorantes, protège la plante, pendant le jour, contre l'échauffement par le soleil et par conséquent contre une transpiration trop énergique ; au contraire, pendant la nuit cette même atmosphère doit protéger le végétal contre un refroidissement trop rapide et trop grand. En d'autres termes, la production de substances odorantes serait une adaptation de la plante à un milieu sec ; grâce à ces substances l'organisme s'accommoderait aux conditions de la vie désertique ; il serait capable de supporter les longues périodes de sécheresse et de résister à la dessication, en ralentissant la transpiration.

Remarquons tout d'abord avec Dixon (7) que cette opinion est

(1) John Thyndall : Fragments of science, 1871, p. 33 ; La chaleur, trad. Moigno, 1901, p. 330.

(2) Wolkens : Flora der aegyptisch-arabischen Wüste, 1886, p. 200.

(3) Wiesner J. : Biologie der Pflanzen, 3e Aufl., 1913, p. 109.

(4) Drude O. : Manuel de Géographie botanique, trad. Poirault, 1897, p. 56.

(5) Warming E. : Lehrbuch der oekologischen Pflanzengeographie 1896, p. 195.

(6) Haberlandt G. : Physiologische Pflanzenanatomie, 5e Aufl. 1918 p. 478.

(7) Dixon Henri H. : On the effects of stimulative and anaesthetic gases on Transpiration (*Proc. Roy. Irish. Society*, vol. III, 1898, p. 625 ; Transpiration and ascent of Sap in Plants, 1914, p. 16).

loin d'être évidente *a priori* ; que théoriquement, cette atmosphère, à force d'absorber les rayons du soleil, doit s'échauffer et plutôt élever l'intensité de la transpiration que de la diminuer (« such an absorptive screen in contact with the leaves — and it would evidently be most effective at the surface of the leaves — would rather tend to raise their transpiration »). D'ailleurs cette doctrine n'a, à son appui, aucune expérience décisive ; les quelques tentatives, faites en vue de chercher une relation entre le phénomène physique constaté par Tyndall et le rôle des vapeurs odorantes émises par certaines plantes, ont donné lieu à des critiques et conduit les auteurs à des conclusions qui ne s'accordent guère avec la théorie tyndallienne. Dixon (1) rejette la théorie de l'écran absorbant ; d'après cet auteur les vapeurs d'essence d'*Artemisia Absinthium* diminuent la transpiration du *Syringa* et du *Cytisus* ; cette essence agit de la même manière que l'anhydride carbonique, le chloroforme et l'éther ; ces susbtances ainsi que l'essence, agissent sur la transpiration de la même manière que sur l'évaporation (2) ; d'après Dixon la transpiration des plantes et l'évaporation sont d'autant plus faibles que la densité des substances gazeuzes mentionnées est plus grande, pourvu que la dose soit convenable et qu'elle ne soit pas mortelle (« before any lethal effects be observed ») ; enfin, d'après cet auteur, l'effet observé ne saurait, avec certitude, être complètement attribué à leur action sur la vitalité du protoplasma (« the effect cannot with certainty be attributed entirely to their action in checking the vital actions of protoplasma»).

L'explication de Dixon ressemble beaucoup à celle qui fut donnée, il y a longtemps déjà, par Grisebach (3) ; d'après ce dernier « l'huile éthérée s'évapore plus facilement que l'eau et entoure chaque feuille d'une atmosphère imprégnée de vapeurs odoriférantes ; dans une semblable atmosphère la rapidité d'évaporation et de diffusion est retardée par la présence des autres vapeurs ». Une certaine importance pourrait également revenir, d'après Grisebach, au « phénomène de réfrigération, produit par l'évaporation, au moment du passage rapide des huiles éthérées à

(1) Dixon : l. c.

(2) Dixon : l. c., p. 624 (1898) ; p. 15 (1914).

(3) Grisebach A. : La végétation du globe, trad. P. de Tchihatchef, t. I, 1877 p. 628.

l'état de vapeurs, phénomène qui réagit contre la température communiquée, par l'insolation, aux feuilles ».

Detto (1) ne partage ni la manière de voir de Volkens, ni celle de Dixon ; d'après cet auteur les huiles éthérées pénètrent dans les cellules (2) et au bout d'un certain temps provoquent la mort de l'organe ; Detto soutient que les huiles essentielles ne diminuent l'intensité de la transpiration qu'après avoir tué les cellules (« eine Herabsetzung der Transpiration durch Einwirkung aetherischer Oele... nur mit gleichzeitiger Schädigung der transpirierenden Organe stattfinden kann, welche in einer Vergiftung der Gewebe ihre Erklärung findet ») (3). Les conclusions de Detto ne me semblent pas justifiées et je ne partage pas son opinion (4) ; en effet, entre l'action des agents anesthésiques habituels et celle des substances odorantes végétales sur les cellules vivantes, il y a des grandes analogies ; ces dernières substances peuvent provoquer une anesthésie (5) ; placées dans une atmosphère saturée d'essences, les plantes peuvent être tuées plus ou moins vite (6), comme elles peuvent l'être par les anesthésiques ; mais lorsque la dose de substance n'est pas trop forte et que la durée de l'action n'est pas trop longue, les vapeurs des parfums, tout comme celles des anesthésiques, ne tuent les cellules qu'au bout d'un certain temps ; beaucoup d'essences ne font que ralentir la croissance à des degrés différents sans tuer l'organisme (6). Tout porte donc à croire que la diminution de la transpiration, aussi bien dans les expériences de Dixon que dans une partie de celles de Detto, est provoquée par une anesthésie partielle des cellules vivantes.

A propos de la doctrine de l'athermanéité, citons encore l'opinion de Pfeffer (7) ; ce physiologiste considérait que l'absorption

(1) DETTO C. : Ueber die Bedeutung der aetherischen Oele bei Xerophyten (*Flora* t. 92, 1903, p. 167).

(2) HOFMEISTER W. : Die Lehre von der Pflanzenzelle, 1867, p. 226.— HELLER A. Ueber die Wirkung aetherischer Oele auf die Pflanzen (*Flora*, t. 93, 1904, p. 1).

(3) DETTO : l. c., p. 170.

(4) Voir la critique de BURGERSTEIN : Die Transpiration der Pflanzen, 1904, p. 134.

(5) OVERTON E. : Studien über die Narkose, 1901, p. 131, 135 et 140.

(6) COUPIN H. : La toxicité comparée des essences végétales (*Comptes rendus de l'académie des sciences de Paris*, t. 152, 1911, p. 529). — HELLER A. : Ueber die Wirkung aetherischer Oele auf die Pflanzen (*Flora*, t. 93, 1904, p. 1).

(7) PFEFFER W. : Physiologie végétale, trad. J. Friedel, t. I, 1905, p. 513.

des rayons obscurs par les vapeurs des huiles essentielles ne doit pas avoir une grande importance comme protection contre l'échauffement.

En présence de ces opinions divergentes et considérant qu'il n'existe, jusqu'à présent, aucune expérience qui puisse nous obliger à rejeter complètement la doctrine tyndallienne, j'ai pensé qu'il serait intéressant de poursuivre les recherches sur cette question.

MÉTHODE

Pour élucider ce problème, j'ai eu recours à un nouveau procédé, afin de séparer l'influence présumée de l'athermanéité des essences végétales de leur action anesthésique ou toxique. Afin de mesurer

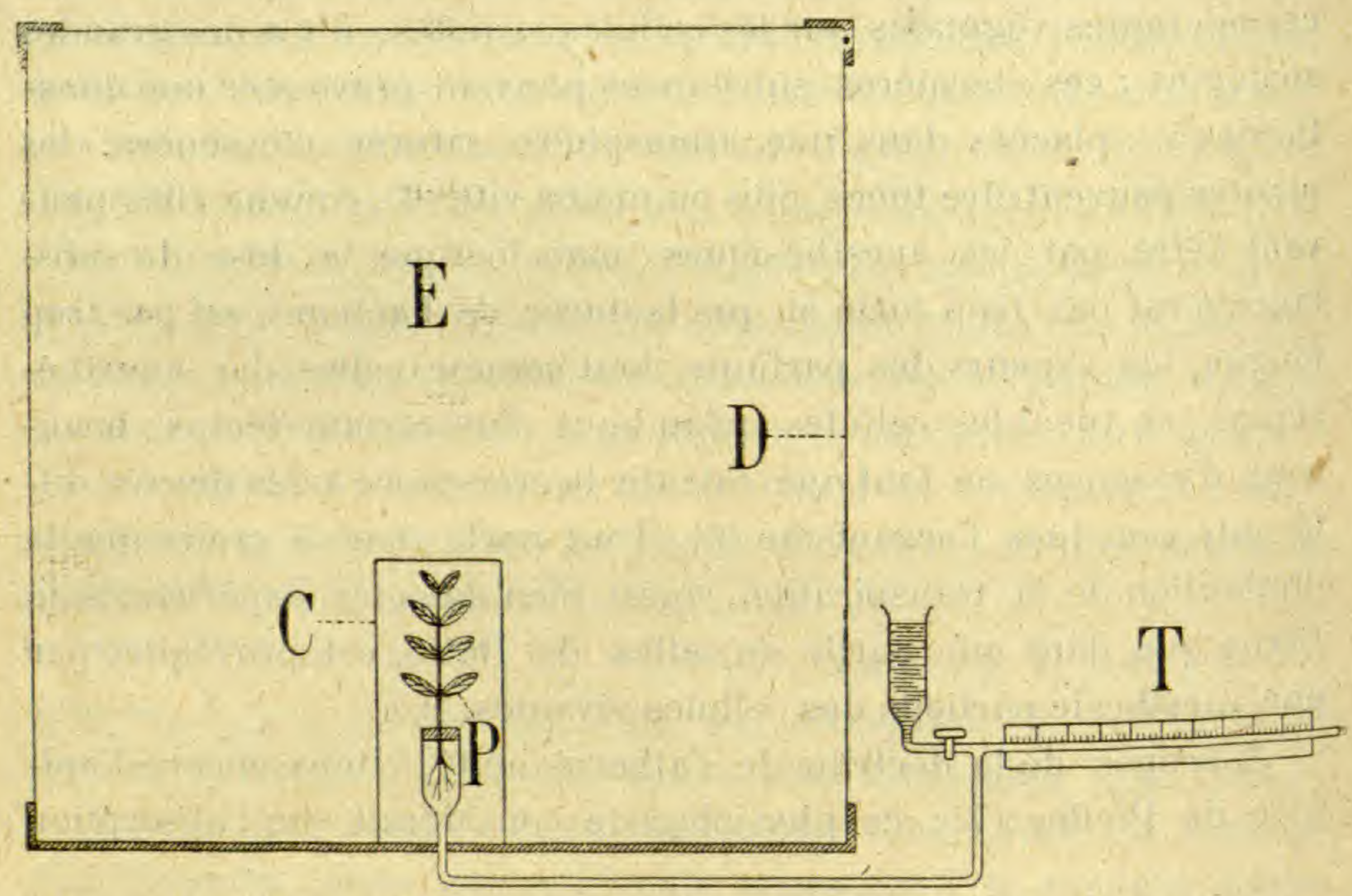


Fig. 1. — Dispositif pour étudier l'action des essences végétales sur la transpiration des plantes (voir l'explication dans le texte).

l'intensité de la transpiration, je me suis servi de la méthode indirecte par absorption (méthode du potomètre) et de la balance.

1° *Méthode du potomètre.* — La plante P (fig. 1) est recouverte d'abord d'une petite cloche en verre C, dont la capacité (de trois litres approximativement) est telle que les feuilles ne puissent en toucher les parois ; une caisse D de grande capacité, de 80 centi-

mètres de chaque côté et à parois vitrées, recouvre la cloche C ; la caisse D est, par conséquent, séparée de la cloche C par un grand espace E. Pour maintenir suffisamment sèche l'atmosphère sous la cloche C, on y place une soucoupe contenant du chlorure de calcium desséché, qu'on renouvelle le plus souvent possible ; d'ailleurs un hygromètre indique l'humidité relative de cette atmosphère. Le tube T du potomètre, bien calibré, a été gradué en divisions de dix millimètres cubes de capacité.

On a fait beaucoup d'objections à cette méthode (1) ; en effet, l'absorption et la transpiration sont dans une assez large mesure, indépendantes l'une de l'autre ; ensuite une partie de l'eau, absorbée du potomètre, est retenue par la plante, de sorte que l'intensité de la transpiration paraît un peu plus grande qu'elle ne l'est en réalité. Mais la méthode par absorption n'est à rejeter, pour la mesure de la transpiration, que lorsqu'il s'agit d'obtenir des valeurs absolues ; lorsqu'on veut estimer et comparer, comme je l'ai fait, les intensités relatives de la transpiration de deux plantes mises en expérience synchroniquement, les résultats obtenus sont suffisants.

2° *Méthode de la balance* (fig. 2 et 3). — Dans ce cas la plante P (fig. 2) a été placée dans le plateau d'une balance de précision, dont la cage C pouvait être bien fermée ; la balance se trouvait dans une petite serre D d'un mètre soixante centimètres de côtés ; un large espace E sépare la cage de la balance des parois de la serre ; enfin une soucoupe contenant du chlorure de calcium desséché, a été placée dans la cage C, afin de maintenir l'air suffisamment sec. Pour évaluer l'intensité de la transpiration, on a placé un poids connu, par exemple 75 milligrammes et l'on a noté le temps qu'il fallait pour que l'équilibre fût rétabli. Cette manière d'opérer (2) est beaucoup plus avantageuse que celle de peser les deux plantes au bout d'un même intervalle de temps ; en effet, quelle que soit l'habileté de l'observateur, une pesée, faite à une balance de précision, exige du temps, surtout quand il s'agit d'accuser des différences de

(1) Burgerstein A. : Die Transpiration der Pflanzen, 1904, p. 13. — Ricôme : Comptes rendus de l'Acad. des sciences de Paris, t. 137, 1903, p. 142. — Lloyd : The physiology of stomata (*Carnegie Institution of Washington*, Publication N° 82, 1908, p. 18).

(2) Wiesner J. : Recherches sur la transpiration des plantes (*Annales des sciences nat., Botanique*, 6° série, t. 4, p. 147, 1876).

quelques milligrammes et les résultats obtenus ne sont plus comparables.

Les expériences ont été faites à une intensité lumineuse aussi grande que possible ; toutefois on ne peut opérer que très rarement en plein soleil ; en effet, les plantes étant recouvertes par des cloches et des cages à vitres, la température s'élèverait rapidement, en été, au-dessus de 50 degrés, ce qui aurait une mauvaise influence sur

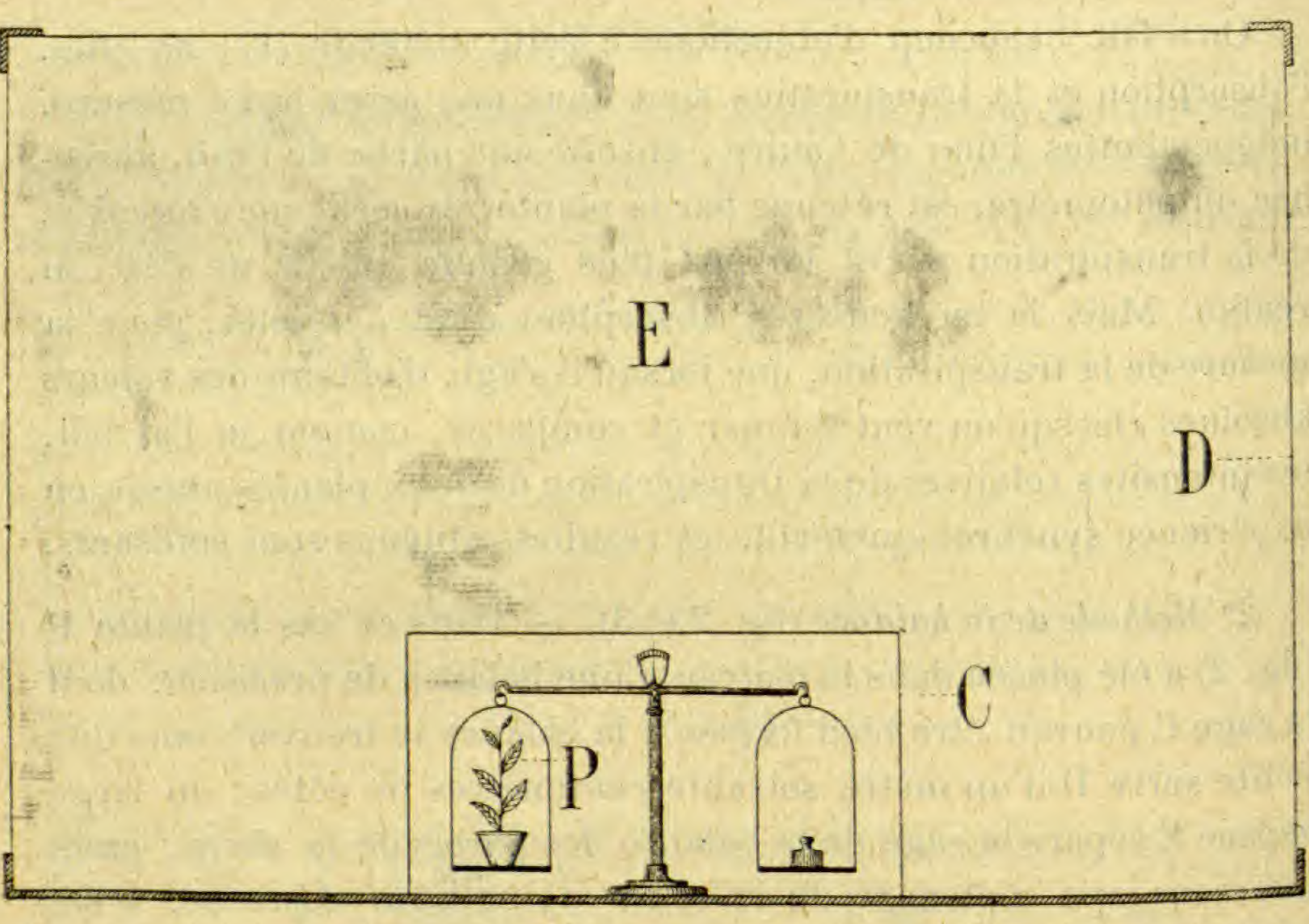


Fig. 2. — Dispositif pour étudier l'influence des vapeurs d'essences végétales sur la transpiration des plantes (voir l'explication dans le texte).

leur organisme. Mes appareils ont été montés dehors dans la cour intérieure du laboratoire et ils étaient protégés contre l'ardeur du soleil par un grand écran en toile mince et blanche. Reste encore à tourner une difficulté ; c'est celle qui consiste dans l'effet que peuvent avoir les fréquents changements de lumière et de température au cours de chaque journée. Supposons, par exemple, qu'après avoir mesuré la transpiration d'une plante sans l'intervention des vapeurs d'une essence, on veuille constater l'action de cette essence sur l'intensité du phénomène ; admettons qu'au moment où l'on a placé l'essence sous la cloche C, le ciel se couvre de nuages ; la température et l'intensité lumineuse baissent ; si dans ces conditions la

transpiration de la plante diminue, on ne saurait dire si l'essence a, elle aussi, contribué ou non à cette diminution. Afin d'éviter ces variations dûes à l'inégal éclairage du ciel, tantôt serein, tantôt couvert, j'avais à ma disposition deux moyens : 1° faire les expériences à une lumière artificielle, qu'on peut maintenir plus ou moins constante ; mais par ce procédé je m'écartais trop des condi-

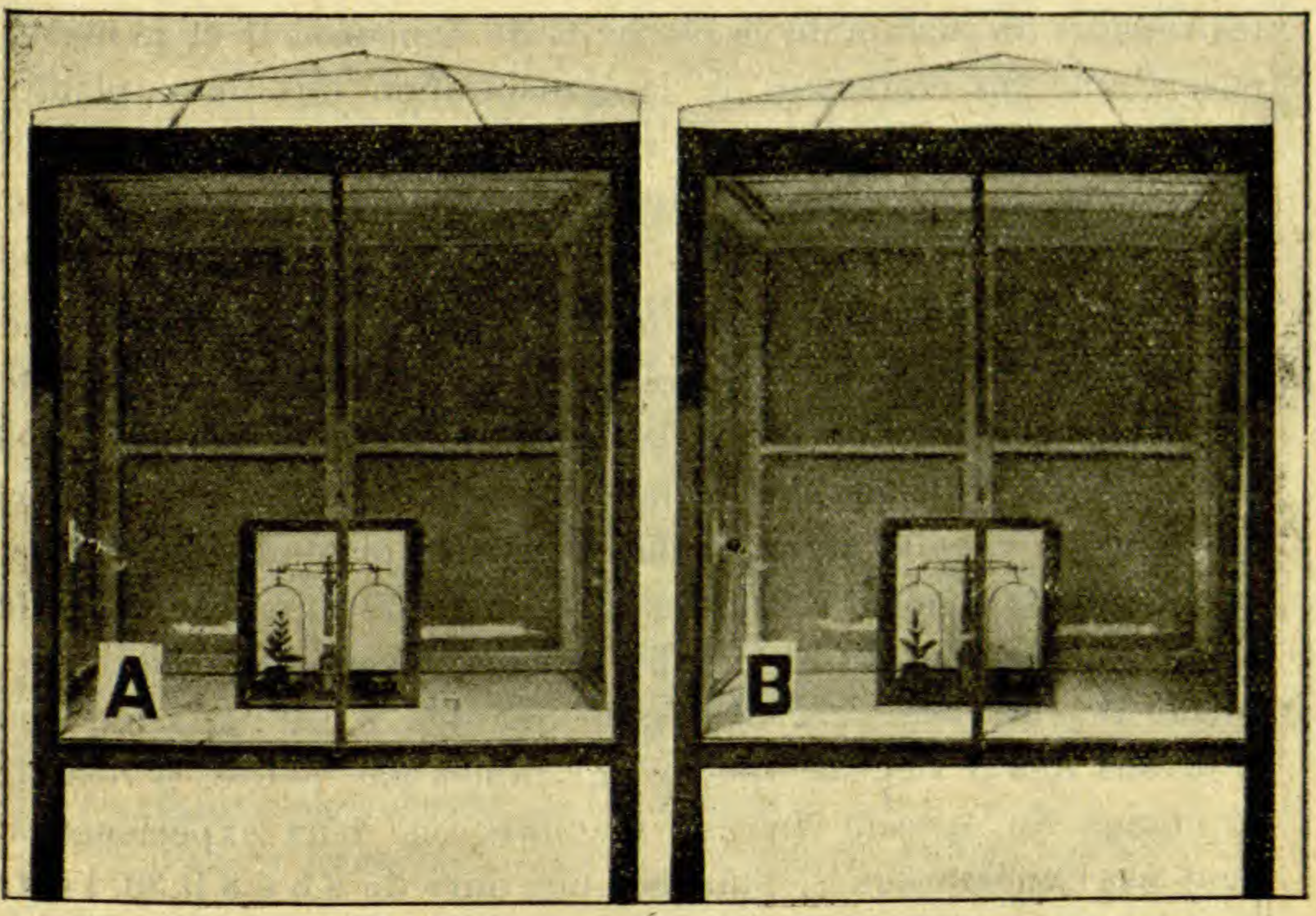


Fig. 3. — Dispositif pour étudier l'action des huiles essentielles sur la transpiration des plantes.

tions naturelles où l'on doit placer la plante ; 2° opérer à la lumière du soleil, mais comparer la transpiration de l'individu soumis à l'action des vapeurs d'une essence, avec la transpiration d'un individu témoin. C'est à ce dernier procédé que je m'arrêtai. J'opérais donc avec deux appareils identiques, que j'appellerai A et B (fig. 3), placés à côté l'un de l'autre ; la plante de l'appareil A sert comme témoin, tandis que celle de l'appareil B sera soumise à l'action de la substance odorante. Je mesure la quantité d'eau transpirée par les deux plantes : 1° sans l'intervention des vapeurs odorantes ; 2° au bout d'un certain temps, je place une soucoupe avec l'huile essentielle dans l'espace E (fig. 1 et 2), qui, dans l'appareil B, sépare les cloches C et D ; maintenant la plante B est entourée d'une couche

de vapeurs d'essence d'une épaisseur de 70 centimètres dans la méthode du potomètre et d'un mètre quarante centimètres dans la méthode de la balance, mais cette plante est séparée de ces vapeurs par les parois de la cloche C ; 3° je chasse le parfum de l'espace E et je place l'essence sous la cloche C du même appareil B ; cette fois-ci les feuilles de la plante B plongent dans une atmosphère chargée de vapeurs de l'huile odorante ; 4° enfin je chasse les vapeurs de parfum de la cloche C de l'appareil B et je mesure encore une fois l'intensité de la transpiration des deux plantes, pour voir si la plante de B, qui avait été exposée, pendant un certain temps, aux vapeurs d'essence, n'a pas souffert une altération quelconque.

Lorsqu'on emploie la méthode de la balance, il reste encore une autre difficulté à tourner ; supposons qu'on commence l'expérience à 8 heures et que l'intensité de la transpiration de la plante A soit, par exemple, deux fois plus grande que celle de la plante B ; admettons que les 75 milligrammes placés dans le plateau de la balance avec la plante A soient équilibrés au bout de 30 minutes ; il faudra alors, si les conditions restent les mêmes, 60 minutes pour que la plante B puisse dégager une égale quantité d'eau ; à la fin, nous trouvons que A dégage 150 milligrammes par heure, B 75 milligrammes. En opérant de cette manière, les deux expériences ne sont pas synchroniques, puisque l'une dure de 8 h à 8 h 30, l'autre de 8 h à 9 h ; or comme entre 8 h 30 et 9 h les intensités lumineuses et la température peuvent changer (le ciel, qui était serein auparavant, peut se couvrir ou réciproquement), il est évident que les résultats obtenus ne seraient pas toujours comparables. Afin d'éviter cette éventualité, je mesure, autant qu'il est possible, les quantités d'eau transpirées synchroniquement par les deux plantes ; on y arrive presque toujours assez facilement, en prolongeant l'expérience avec la plante qui transpire plus vite et en ajoutant des poids, jusqu'à ce que l'équilibre de la balance portant la plante qui transpire plus lentement soit aussi rétabli. Le poids total de l'eau dégagée sera alors un multiple du poids aliquote employé (soit 75 milligrammes).

Voici quelques exemples :

N° DE L'EXPÉRIENCE	PLANTES	HEURES	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE MINUTES	POIDS D'EAU DÉGAGÉE Milligrammes	EAU DÉGAGÉE PAR HEURE Milligramm.
1	A	2 h. 02 — 3 h.	58	2 × 75 = 150	155
	B	2 h. — 2 h. 55	55	1 × 75 = 75	81
2	A	10 h. 37 — 11 h 02	25	3 × 75 = 225	540
	B	10 h. 36 — 11 h	24	2 × 75 = 150	375
3	A	8 h. 01 — 9 h.	59	3 × 75 = 225	228
	B	8 h. 03 — 9 h. 02	59	5 × 75 = 375	381

J'ai pris toujours soin de maintenir le même état hygrométrique sous les cloches C des deux appareils et d'empêcher en même temps un excès d'humidité ; à cet effet je plaçais sous ces cloches des soucoupes contenant du chlorure de calcium desséché, que je renouvelais le plus souvent possible ; d'ailleurs des hygromètres indiquaient l'humidité relative de l'atmosphère.

Généralement j'ai opéré sur des plantes entières, avec leurs racines ; lorsqu'on se servait de rameaux coupés, l'expérience était de courte durée (24 heures) ; une plus longue durée des expériences avec des branches coupées a pour résultat de placer les feuilles dans des conditions physiologiques anormales.

Les plantes recouvertes par les cloches C, séjournaient dans une atmosphère confinée ; pour remédier aux inconvénients qui en résulteraient dans les expériences qui duraient plusieurs jours, l'atmosphère de ces cloches était complètement renouvelée, en découvrant les plantes et en les laissant à l'air normal pendant la nuit. Le renouvellement de l'air était indispensable surtout lorsqu'on plaçait des huiles essentielles sous la cloche C ; en effet, ces huiles sont capables de transformer une partie de l'oxygène de l'air en ozone (1), substance très toxique pour les plantes (2).

Pour exposer d'une manière synoptique les résultats de mes expériences, j'ai construit, avec les quantités d'eau transpirées, deux courbes, dont l'une exprime la marche de la transpiration de la

(1) HELLER A. : Ueber die Wirkung aetherischer Oele auf die Pflanzen (*Flora*, Bd. 93, 1904, p. 15).

(2) PFEFFER W. : Zur Kenntniss der Oxydationsvorgänge in lebenden Zellen, 1889, p. 429.

plante témoin A, l'autre la transpiration de la plante B, soumise à l'action des vapeurs d'huiles essentielles. Pour les deux courbes, les abscisses sont les intervalles de temps (généralement des heures), les ordonnées les quantités d'eau transpirées par les plantes.

Le rapport de la quantité d'eau transpirée par A à celle transpirée par B dans le même temps, rapport que pour abréger on peut écrire $\frac{A}{B}$, nous indique aussi très clairement la marche du phénomène ; si le quotient de ce rapport demeure constant, cela prouve que la transpiration de la plante B, soumise à l'action de l'essence, n'a pas varié ; si, au contraire, le quotient augmente, il est évident que la transpiration de la plante B a diminué (voir les tableaux des expériences).

J'ai fait en tout quarante deux expériences avec diverses espèces de plantes. Je ne rapporterai, comme exemples, que les résultats de quelques-unes.

A. — Expériences dans un espace complètement clos.

1. *Plantes non aromatiques.*

En portant en abscisses les heures et en ordonnées les quantités d'eau transpirées correspondant à chaque heure, on construit deux

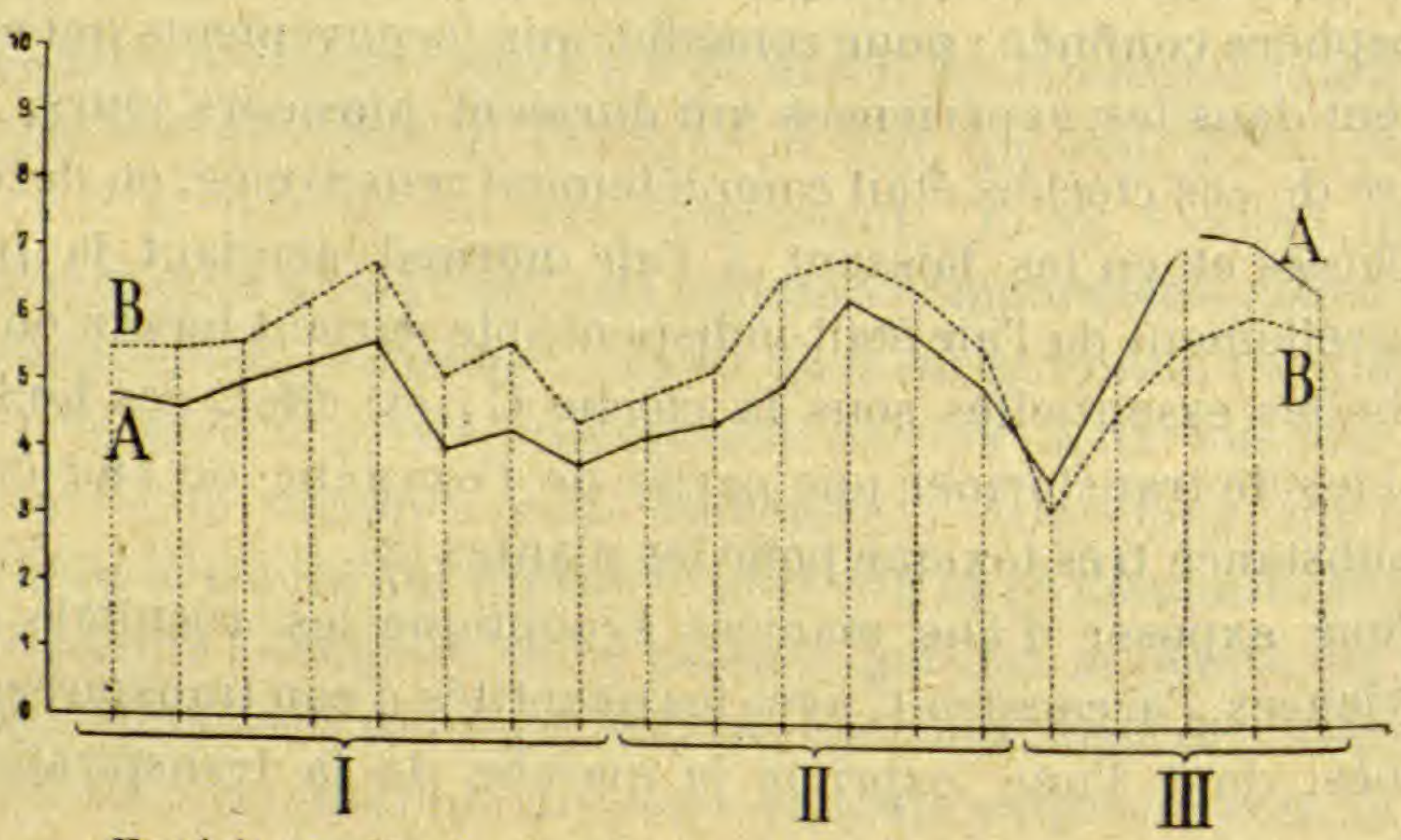


Fig. 4. — Expérience N° 1. Courbes montrant la transpiration du *Syringa vulgaris*; *A*, plante témoin ; *B*, plante soumise à l'action de l'essence d'Origan ; I, les deux plantes dans une atmosphère sans essence ; II, vapeurs d'essence dans l'espace *E* compris entre les cloches *C* et *D* de l'appareil *B*; III, vapeurs d'essence sous la cloche *C* de l'appareil *B*.

Expérience N° 1. SYRINGA VULGARIS.

Méthode du potomètre ; tracés de la fig. 4.

DATE	HEURES	TRANSPIRATION PAR HEURE MILLIMÈTRES CUBES D'EAU — PLANTE TÉMOIN DE L'APPAREIL A	PLANTE DE L'APPAREIL B	QUOTIENT DU RAPPORT A/B	OBSERVATIONS
25 Juillet	10 — 11	48	55		I. — Sans essence.
	11 — 12	46	55		
	12 — 13	50	56		
	13 — 14	53	62		
	14 — 15	56	68		
	15 — 16	40	51		
	16 — 17	43	56		
	17 — 18	38	44		
		404	**447**	0 90	
26 Juillet	10 — 11	42	48		II. — Vapeurs d'essence d'Origan dans l'espace E de l'appareil B.
	11 — 12	44	52		
	12 — 13	50	66		
	13 — 14	63	69		
	14 — 15	58	65		
	15 — 16	50	56		
		307	**356**	0 86	
27 Juillet	8 — 9	36	32		III. — Vapeurs d'essence d'Origan sous la cloche C de l'appareil B.
	9 — 10	54	47		
	10 — 11	74	57		
	11 — 12	72	61		
	12 — 13	64	58		
		300	**255**	1 13	

courbes (fig. 4), dont A représente la marche de la transpiration de la plante témoin et B celle de la plante soumise à l'action des vapeurs d'essence. Les tracés sont tellement clairs, que nous

nous dispensons de donner des explications. On remarque aisément que les deux courbes cheminent à peu près parallèlement non seulement pendant le temps où il n'y a pas de vapeurs d'essence d'Origan (I, fig. 4), mais encore lorsque la plante de l'appareil B, tout en étant entourée d'une couche de vapeurs, reste séparée de ces vapeurs par les parois de la cloche C (II, fig. 4) ; cela prouve que l'athermanéité de l'essence n'a aucune influence appréciable sur la transpiration de la plante ; ce n'est qu'à partir du moment où les vapeurs du parfum entourent directement les feuilles de la plante B que la transpiration de cette plante a diminué sensiblement (III, fig. 4) ; l'augmentation du quotient du rapport $\frac{A}{B}$, qui passe de 0, 90 et de 0, 86 à 1,13, montre la même chose.

Expérience N° 2. Ulmus effusa.

Méthode du potomètre ; tracés de la fig. 5.

DATE	HEURES	TRANSPIRATION PAR HEURE MILLIMÈTRES CUBES D'EAU		QUOTIENT DU RAPPORT $\frac{A}{B}$	OBSERVATIONS
		PLANTE TÉMOIN DE L'APPAREIL A	PLANTE DE L'APPAREIL B		
27 Juin	9 — 10	40	30		I. — Les deux plantes sans essence.
	10 — 11	48	34		
	11 — 12	47	33		
	12 — 13	37	30		
		172	**127**	1 35	
28 Juin	9 — 10	35	29		II. — Vapeurs d'essence de Bergamote dans l'espace E de l'appareil B.
	10 — 11	42	33		
	11 — 12	43	34		
	12 — 13	34	27		
		154	**123**	1 25	
29 Juin	9 — 10	63	32		III. — Vapeurs d'essence de Bergamote sous la cloche C de l'appareil B.
	10 — 11	56	25		
	11 — 12	34	11		
	12 — 13	44	23		
		197	**91**	2 16	

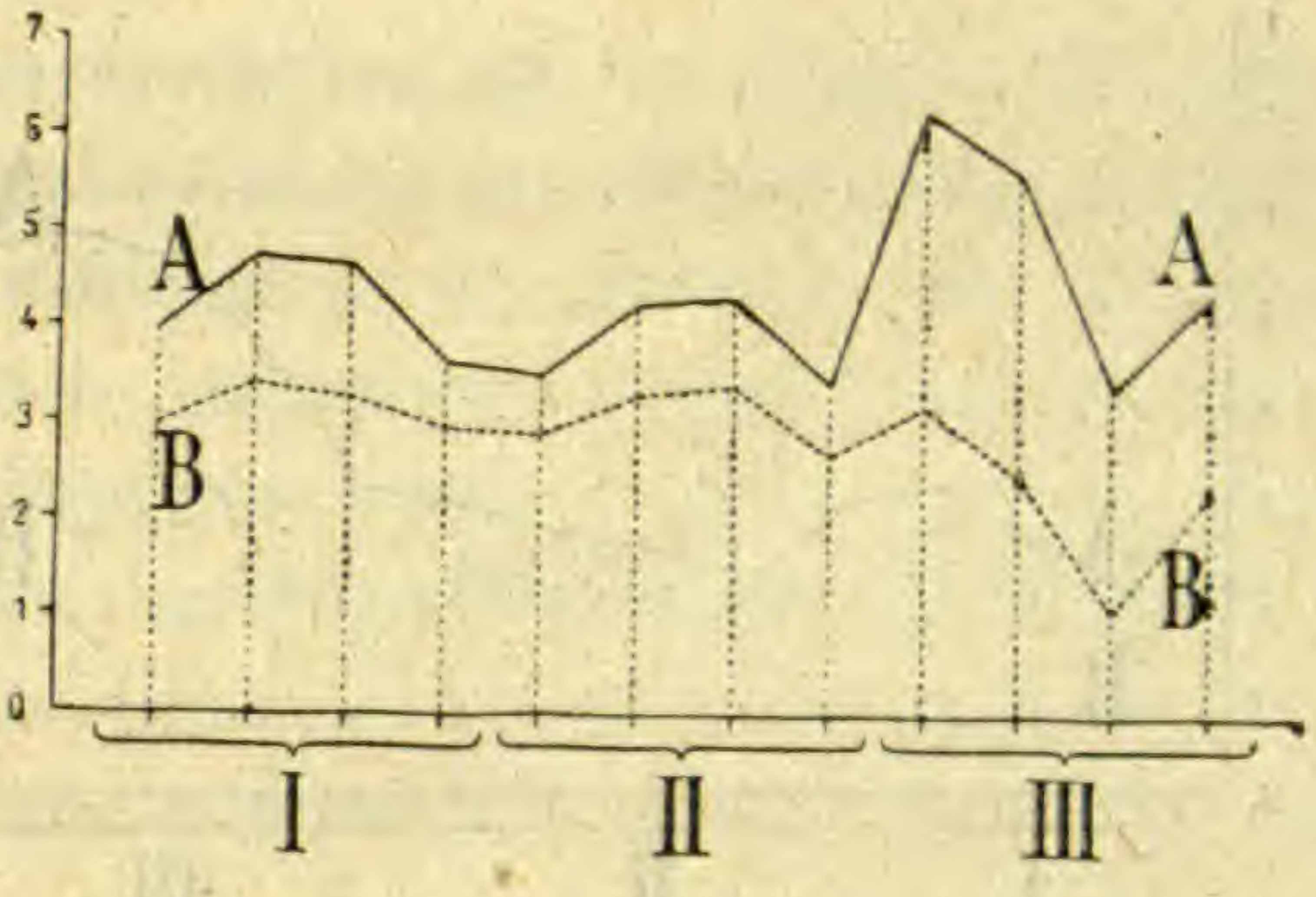


Fig. 5. — Expérience N° 2. Courbes représentant les variations de la transpiration de l'*Ulmus effusa*; *A*, plante témoin; *B*, plante soumise à l'action de l'essence de Bergamote; I, les deux plantes dans une atmosphère sans essence; II, vapeurs d'essence dans l'espace *E* compris entre les cloches *C* et *D* de l'appareil *B*; III, vapeurs d'essence sous la cloche *C* de l'appareil *B*.

Expérience N° 3. VITIS VINIFERA

Méthode du potomètre. Tracés de la fig. 6

DATE	HEURES	TRANSPIRATION PAR HEURE MILLIMÈTRES CUBES D'EAU — PLANTE TÉMOIN DE L'APPAREIL A	PLANTE DE L'APPAREIL B	QUOTIENT DU RAPPORT $\frac{A}{B}$	OBSERVATIONS
5 Août	12 — 13	21	16		I. — Les deux plantes sans essence.
	13 — 14	26	21		
	14 — 15	32	28		
		79	**65**	1,21	
5 Août	15 — 16	30	26		II. Vapeurs d'essence d'Origan dans l'espace E de l'appareil B.
	16 — 17	22	17		
	17 — 18	25	20		
	18 — 19	27	21		
	19 — 20	29	24		
		133	**118**	1,12	
6 Août	8 — 9	31	14		III. Vapeurs d'essence d'Origan sous la cloche C de l'appareil B.
	9 — 10	45	23		
	10 — 11	55	37		
	11 — 12	58	33		
	12 — 13	56	31		
		245	**138**	2,50	

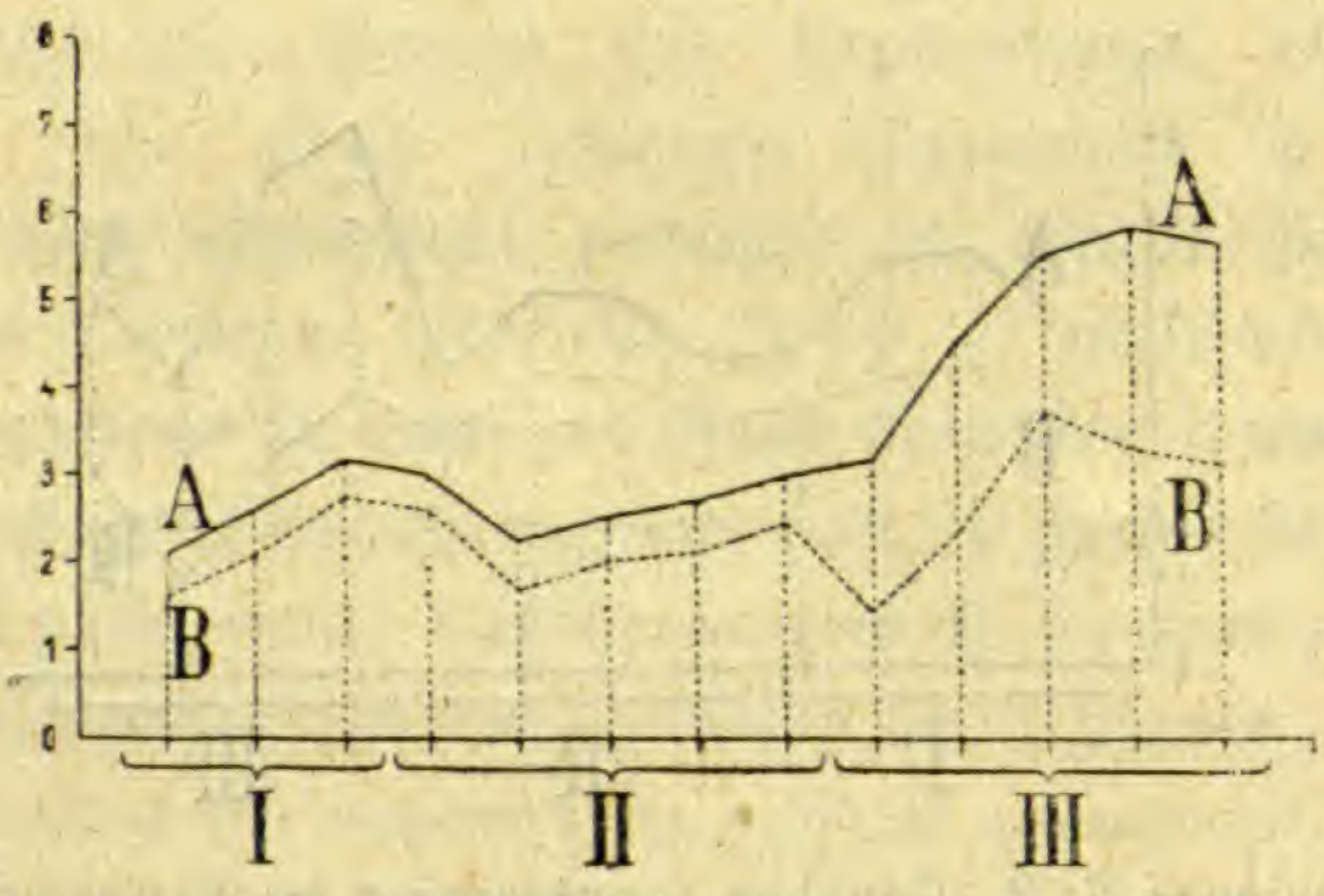


Fig. 6 — Expérience N° 3. Courbes représentant les variations de la transpiration du *Vitis vinifera ; A*, plante témoin ; *B*, plante soumise à l'action de l'essence d'Origan ; I, les deux plantes dans une atmosphère sans essence ; II, vapeurs d'essence d'Origan dans l'espace *E* compris entre les cloches *C* et *D* de l'appareil *B* ; III, vapeurs d'essence d'Origan sous la cloche *C* de l'appareil *B*.

On a constaté dans les expériences précédentes que la transpiration ne baisse que lorsque les vapeurs d'essence entourent directement les feuilles ; remarquons toutefois qu'il ne faut pas laisser la plante séjourner trop longtemps dans une atmosphère chargée de parfums ; dans ce dernier cas les vapeurs de l'essence odorante exercent une action nuisible, comme l'ont montré Detto (1), Coupin (2), Heller (3) et autres auteurs. Les feuilles se fanent d'abord ; il se produit ensuite des taches brunâtres, qui grossisent progressivement et finissent par gagner toute la surface du limbe. La résistance de la plante à la mort dépend non seulement du temps d'action, mais aussi de l'espèce, ainsi que de l'âge de la plante, comme le montrent mes propres expériences. Detto avait observé que chez le *Sinapis alba* ce sont les jeunes feuilles qui meurent d'abord ; j'ai effectué, avant chaque expérience, des essais préliminaires pour déterminer la dose et la durée de nocivité des diverses essences et j'ai pu constater que les taches brunes apparaissent d'abord sur les feuilles âgées.

D'autre part Detto avait soutenu que les huiles essentielles ne diminuent sensiblement l'intensité de la transpiration qu'après

(1) Detto C. : l. c., p. 170.
(2) Coupin H. : l. c., p. 529.
(3) Heller A. : l. c., p. 13.

avoir endommagé mortellement les cellules. Cet auteur traite trop brièvement la question et ses expériences, au nombre de trois, sont quelque peu contradictoires et, partant, non concluantes ; il ne me paraît pas nécessaire de répéter ici les observations critiques justifiées, qui lui ont été faites par Burgerstein (1). Toutes mes expériences (et elles sont nombreuses) m'ont montré que les vapeurs des essences végétales diminuent la transpiration avant de tuer les cellules et cela, même lorsque la dose de substance est assez forte, pourvu toutefois que la durée de l'action ne soit pas trop longue. Pour s'assurer que l'action de l'essence n'a pas dépassé une certaine limite, qui amènerait les tissus sur le point de périr, étouffés par hyperanesthsie, il suffit généralement d'observer la plante aussi bien pendant l'expérience, qu'après avoir fait cesser l'influence du parfum et de voir si elle ne présente pas les caractères extérieurs d'une altération : flétrissure ou brunification des feuilles ; il faudrait, peut-être, pénétrer dans la structure des cellules et en étudier au microscope leur contenu. Voici un meilleur moyen pour s'assurer que les substances odorantes n'ont pas eu d'effets mortels sur les cellules ; on mesure d'abord la transpiration des plantes dans l'air normal, ensuite dans une atmosphère chargée de vapeurs d'essence ; après cela, on suspend l'action de l'essence, on ramène la plante dans l'air normal et on mesure de nouveau le degré de la transpiration ; si l'intensité du phénomène, qui avait diminué pendant l'action de l'essence, revient à sa valeur antérieure, il est évident que les cellules n'ont pas souffert ; une autre preuve que la plante n'a pas souffert, c'est que, pendant la nuit, ses feuilles sont capables d'exécuter leurs mouvements nyctinastiques normaux (*Amaranthus retroflexus*, *Mimosa pudica*, *Gleditschia triacanthos*, *Robinia pseudo-Acacia*).

J'ai répété l'expérience, avec la même plante, plusieurs fois de suite en la ramenant dans l'air normal et la replaçant ensuite dans l'air contenant la même essence ou une autre et j'ai pu constater que la plante ramenée dans l'air normal reprenait sa transpiration ordinaire. Le transfert de la plante de l'atmosphère parfumée à l'air normal, a été effectué de la manière suivante ; lorsqu'on emploie la méthode du potomètre, on laisse les plantes A et B sous leurs

(1) Burgerstein : l. c., p. 133 et 215.

cloches C, on enlève l'essence de l'appareil B et on fait passer sous les deux cloches C, pendant trente minutes, un fort courant d'air à l'aide d'une pompe aspirante ; au bout de cet intervalle de temps, on recommence l'expérience. Lorsqu'on opère par la méthode de la balance, on fait sortir les deux plantes A et B des cages des balances, on les place devant un ventilateur et on les laisse là pendant une demi-heure ; pendant ce temps, à l'aide de deux autres ventilateurs on change l'air des cages.

(à suivre).

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE
LA MORPHOLOGIE, DE L'ANATOMIE COMPARÉE, DE LA PHYLOGÉNIE ET DE LA BIOGÉOGRAPHIE
DES
CASUARINACÉES

par **M. Jacob de CORDEMOY**

(suite et fin)

On compte actuellement, en Australie, une vingtaine d'espèces de *Casuarina* (Oaks), dont quelques-unes présentent, au point de vue œcologique, des particularités intéressantes.

Citons, en premier lieu, le *C. Cunninghamiana* Miq., vulgairement appelé *River Oak*. Partout où il a pu être observé, dit R. H. Cambage [5], cet arbre dioïque, haut de 10 à 15 mètres, habite invariablement le long des cours d'eau. Dans les vallées encaissées, il forme des massifs au feuillage d'un vert sombre, visibles sur plusieurs milles d'étendue ; de telle sorte que ces lignes de végétation permettent à un observateur placé sur un point élevé de distinguer les ramifications que forment les rivières et leurs affluents. Ces peuplements ainsi limités à la zone étroitement riveraine des cours d'eau sont certainement favorisés, dans leur développement, par la propriété que possède cette espèce, relativement hygrophile sans doute, de se multiplier beaucoup par rejets. Ils constituent ainsi de ces formations végétales qu'on appelle des « galeries forestières », qui suivent les thalwegs ; ces dernières sont analogues à celles qui ont été décrites dans certaines régions de l'Afrique, le Soudan, la Guinée, etc., avec cette restriction toutefois que, si ces galeries forestières sont partout comparables au point de vue physiogno-

mique, elles diffèrent par leur constitution propre : en Australie, elles sont formées par une seule et même espèce sociale, tandis qu'en Afrique elles représentent de véritables associations forestières, composées d'essences très diverses.

Ces données œcologiques permettent de distinguer nettement le *C. Cunninghamiana* d'une autre espèce qui peut se trouver dans son voisinage immédiat et avec laquelle elle présente d'étroites affinités : c'est le *C. suberosa* Ott. et Dietr., appelé *Forest Oak*, et dont le *River Oak* pourrait d'après G. Bentham et F. v. Mueller [**1**], n'être qu'une simple variété. Mais le *C. suberosa*, selon R. Cambage, ne quitte jamais les pentes des montagnes où il forme des groupements forestiers, d'où son nom de *Forest Oak*; il ne descend pas dans les vallées.

Une troisième espèce paraît aussi pouvoir être définie œcologiquement : c'est le *C. stricta* Ait. (*C. quadrivalvis* Labill.). Cet arbre de 6 à 7 mètres de haut a des branches retombantes, pendantes, ce qui lui donne un aspect gracieux et pittoresque d'arbre pleureur. Il est commun dans toutes les régions montagneuses mais tempérées du sud et de l'ouest de l'Australie et de la Tasmanie : d'où son nom de « Chêne de montagne » (*Mountain Oak*). Mais s'il paraît ne pas croître à une altitude de plus de 600 m., il semble, d'autre part, fuir les terrains sablonneux de la zone littorale ; de plus, un autre caractère de cette espèce est qu'elle a une prédilection marquée pour les localités entièrement découvertes et n'entre guère dans les associations forestières, où elle se trouverait sous l'abri de plus grands arbres.

Ces trois espèces de *Casuarina* que nous venons de mentionner sont des arbres habitant les régions intérieures de l'Australie, et s'élevant même jusqu'à une certaine altitude sur les flancs des montagnes.

Voici maintenant des espèces qui, au contraire, ne s'éloignent guère de la zone littorale. Citons d'abord le *C. distyla* Vent., dont les variations morphologiques sont des plus remarquables. Lorsque cette espèce croît assez loin du rivage, mais sur les sables littoraux, qui paraissent constituer pour elle un sol relativement favorable, elle atteint la taille d'un petit arbre à rameaux dressés. Mais il arrive fréquemment que la plante se propage au bord même de l'Océan, près des lagunes et des rochers ; c'est alors qu'elle prend la forme d'un

arbrisseau à rameaux plus ou moins couchés. Ce sont de véritables variétés naines qui ont été décrites sous des noms divers : *C. paludosa* Sieb., *C. pumila* Ott. et Dietr., etc. Récemment J. H. Maiden et E. Betche ont particulièrement étudié une de ces variétés sous le nom de *C. distyla* Vent. var. *prostrata* : c'est un arbrisseau, atteignant à peine un mètre de haut, à branches et rameaux couchés, enchevêtrés ; les ramules sont, de plus, nettement velus, les poils recouvrant les côtes saillantes et formant de la sorte des rangées longitudinales distinctes à la surface des entre-nœuds.

C'est là un cas intéressant de nanisme chez une plante littorale, et qui n'a rien de surprenant, car on sait que le nanisme est fréquent chez les plantes des terrains salés. D'après J. Laurent (1) ce nanisme des végétaux halophiles offre même certaines analogies avec celui, bien connu, des plantes alpines, dont la biologie a été amplement élucidée par les observations et les recherches expérimentales de G. Bonnier [2].

Une seconde espèce absolument confinée dans la zone littorale, et dont la végétation n'est vraiment normale que sur les rivages sablonneux, est le *Casuarina equisetifolia* Forst. Celui-ci est un arbre, parfois de grande taille, pouvant atteindre de 15 à 20 mètres de hauteur. Nous allons voir que c'est dans les sables madréporiques qu'il trouve les conditions les plus favorables de croissance et de développement. Cette prédilection toute particulière qu'affecte ce *Casuarina* pour la zone littorale et pour un sol constitué par les sables madréporiques est un fait qui a influé grandement sur son aire de dispersion relativement très étendue.

Quoi qu'il en soit, et pour le moment, remarquons que c'est vraisemblablement la cause pour laquelle en Australie, le *C. equisetifolia*, essentiellement psammophile et littoral, se trouve, en quelque sorte, cantonné dans le nord et l'est du Queensland, c'est-à-dire dans la zone littorale qui correspond et fait face à la « Grande Barrière de récifs », puissante ligne de récifs coraliens et madréporiques qui, dans cette région, s'étend tout le long de la côte australienne, et dont la désagrégation lente par les vagues produit d'énormes quantités de sable calcaire qui recouvrent le rivage.

(1) J. Laurent : *Les facteurs de la structure chez les végétaux.* (Rev. gén. de Bot. t. XIX, 1907, p. 129).

Et nous nous expliquons encore ainsi comment le *C. equisetifolia* est une des principales espèces du genre qui aient pu, sans difficulté, prendre pied sur le littoral de la Nouvelle-Calédonie, île située à peu près à la même latitude, à l'est du Queensland ; c'est que toute la côte occidentale de cette île, qui regarde l'Australie, est protégée, elle aussi, par une longue bordure de récifs-barrière, et que, par suite, des sables madréporiques s'accumulent sur les rivages adjacents.

Mais, avant de suivre dans son aire relativement très vaste le *C. equisetifolia,* il importe de s'arrêter quelque peu, à un point de vue plus général, sur les variations du type *Casuarina* essentiellement xérophile et adapté au climat sec de l'Australie, son centre de formation, lorsque de là il émigra sur les autres terres qu'il habite actuellement. Disons tout de suite qu'au cours de cette dispersion, sous l'influence de conditions très différentes de milieu, des formes nouvelles se sont produites dans le genre *Casuarina;* et ces formes, quoique bien distinctes des formes primitives australiennes, se relient nettement à celles-ci par des degrés intermédiaires.

Les *Casuarina* australiens sont essentiellement caractérisés par la forme cylindrique des rameaux et par les dents plus ou moins nombreuses des gaines foliaires ; ces dents correspondent, nous le savons, aux extrémités de phyllichnies ou feuilles concrescentes étroites, mais épaisses, qui en se soudant à l'entre-nœud immédiatement inférieur à la gaine, déterminent des côtes saillantes longitudinales, séparées par des sillons profonds où sont logés les stomates. Aussi Poisson a-t-il proposé de classer les espèces australiennes dans une section particulière, celle des *Casuarinacées cylindriques* ou *Cryptostomes.*

Une seconde section, d'après le même auteur, doit comprendre les espèces où le nombre des dents des gaines foliaires, et, par conséquent, des phyllichnies, est constamment de quatre, et où les rameaux sont anguleux et nettement tétragones. Cette forme si caractéristique des rameaux provient de ce que les quatre feuilles concrescentes sont étalées transversalement, plus larges, mais d'épaisseur moindre, et que, par suite, les côtes saillantes longitudinales qu'elles forment ne sont plus séparées que par de simples dépressions, à peine distinctes ou même parfois faisant totalement défaut ; les stomates alors deviennent périphériques, s'ouvrant

directement et librement à l'extérieur. C'est donc la section des *Casuarinacées tétragones* ou *Gymnostomes*, à laquelle appartiennent les espèces habitant des contrées chaudes et humides, la Nouvelle-Calédonie et quelques îles de l'Archipel asiatique (Sumatra, Bornéo, Amboine, Timor).

Mais entre ces deux groupes, composés de plantes adaptées à des climats très différents, il existe des formes intermédiaires. Ce sont des espèces du type australien, chez lesquelles le nombre des dents des gaines foliaires se réduit à quatre ; mais comme les quatre phyllichnies qui leur correspondent restent étroites et épaisses, les côtes qu'elles déterminent sont séparées par des sillons profonds, caractère essentiel des *Casuarina* à rameaux cylindriques qui toutefois, ici, sont plus ou moins tétragones. Telles sont les espèces australiennes suivantes : *Casuarina torulosa* Ait. (*C. tenuissima* Sieb.) ; *C. decussata* Benth., *C. Decaisneana* F. v. Muel., etc.

Ainsi donc, l'influence d'un milieu moins aride ou plus humide se manifeste, chez les *Casuarina*, par la réduction du nombre des feuilles concrescentes ou phyllichnies, sans pourtant que cette réduction ait jamais dépassé un minimum de quatre. Il en résulte que les *Casuarina* qui, dans l'extension de leur aire, ont émigré de l'Australie vers des régions intertropicales et équatoriales beaucoup plus humides et plus chaudes, telles que la Nouvelle-Calédonie et les îles de l'Archipel asiatique, ne s'y sont maintenues qu'en s'adaptant à ces nouveaux climats ; de là les modifications si remarquables qui se sont produites dans leur morphologie et leur structure, et la disparition, ou tout au moins l'atténuation, de la plupart de leurs caractères de xérophilie. Le type tétragone ou gymnostome décrit par Poisson n'est pas autre chose que le résultat de l'adaptation du type primitif australien à de nouvelles conditions de milieu, caractérisées essentiellement par l'humidité. Telles sont les espèces suivantes : d'une part, *C. nodiflora* Forst., *C. Sumatrana* Jungh., *C. Rumphiana* Miq. (*C. montana* Rumph.), des îles de l'Archipel asiatique ; d'autre part, *C. Deplancheana* Miq., *C. leucodon* Pois. et *C. Chamæcyparis* Pois. de la Nouvelle-Calédonie.

Bien que n'ayant pas eu à envisager, dans le présent travail, l'étude de ce dernier groupe, nous pouvons néanmoins, en nous basant sur les recherches de Poisson, Lecomte, Morini, indiquer les

principaux caractères qui distinguent des Casuarinacées cylindriques les espèces tétragones qui en dérivent.

Tenant compte encore des recherches expérimentales d'Eberhardt [**8**] sur les modifications offertes par les plantes sous l'influence de l'humidité de l'atmosphère, on peut se convaincre que l'organisation des *Casuarina* du type néo-calédonien à rameaux tétragones est sous la dépendance de ce facteur du milieu. Comme résultats les plus généraux de l'action de l'air humide, cet expérimentateur indique, en effet, l'augmentation des dimensions des feuilles, avec diminution de l'épaisseur de ces organes ; et aussi la réduction des productions pilifères. Dès lors on peut admettre que c'est bien l'action du climat humide qui a eu pour conséquence de réduire à quatre le nombre des phyllichnies dans chacun des verticilles foliaires ; par contre, ces feuilles concrescentes sont plus larges, mais leur épaisseur est diminuée ; les sillons qui les séparent sont à peine accusés, avec persistance des poils insérés au fond (*C. Chamæcyparis*), ou disparition de ces poils (*C. Deplancheana*). Dans certains cas même, les sillons manquent complètement, mais les phyllichnies adhérentes restent séparées par des lames de tissu cortical ; ou bien encore, comme l'a constaté Lecomte dans le *C. Rumphiana*, l'écorce est revêtue d'une couche continue de tissu vert, indiquant que, dans cette espèce, les feuilles sont conniventes.

Comme résultats anatomiques, Eberhardt annonce que, dans la diminution de l'épaisseur des feuilles sous l'influence de l'air humide, la réduction porte principalement sur le tissu en palissade, dont le nombre des assises est souvent moindre, tandis que le tissu lacuneux prend plus d'importance, les lacunes se développant même quand elles n'existent pas normalement dans la feuille considérée. Or, qu'a-t-on constaté chez les *Casuarina tétragones* ? Les lacunes apparaissent dans le tissu chlorophyllien des phyllichnies des espèces du type néo-calédonien, tandis qu'elles font défaut dans ce même tissu chez les espèces australiennes. C'est précisément ce qu'a si bien observé Lecomte dans le *C. sumatrana* Jungh et le *C. Rumphiana* Miq., espèces où « *le tissu vert cesse de présenter le caractère d'un tissu en palissade de chaque côté des sillons, sous les stomates ; on trouve là un tissu lâche analogue à celui de la face inférieure des feuilles* ».

Ainsi donc, l'émigration des espèces australiennes sur des terres voisines plus humides et plus chaudes a eu pour conséquence — par suite de leur adaptation à des conditions physiques du milieu dont le facteur principal est l'humidité de l'air — l'apparition de formes nouvelles qui ne sont autres que les espèces du type néo-calédonien. Mais l'aire d'extension de celles-ci est, en somme, restée très limitée.

Une seule espèce du type australien, le *C. equisetifolia*, a pu se propager à des distances beaucoup plus grandes, et même s'acclimater et se naturaliser en des contrées lointaines, tout en gardant sensiblement ses caractères primitifs. Mais il est facile de concevoir que, sauf le nombre très variable des phyllïchnies concrescentes, puisque les dents des gaines foliaires peuvent varier de vingt jusqu'à six ou sept, suivant probablement le degré d'humidité de l'air, la persistance des caractères chez cette espèce, malgré la diversité des climats, est due à ce que partout la végétation de *C. equisetifolia* est liée à des conditions œcologiques étroitement déterminées : l'arbre est, d'abord, confiné dans la zone littorale ; de plus, il est essentiellement psammophile, il se tient toujours dans les sables des rivages et prend une vigueur exceptionnelle dans les sables madréporiques.

Il n'est pas sans intérêt d'étudier, dans ses détails, l'aire de dispersion de *C. equisetifolia*, espèce souvent cultivée, comme nous le verrons. « Or, déclare J. Poisson [**22**], comme pour beaucoup de plantes cultivées, son origine est tant soit peu obscure ». Donc, autant que possible, on ne doit pas négliger de produire les documents qui peuvent éclairer l'histoire de telles espèces.

Le *C. equisetifolia* est, en Australie, cantonné nous l'avons dit, sur les rivages nord-est de la colonie du Queensland, dans les sables madréporiques dont l'accumulation sur ce littoral s'explique par le voisinage immédiat des récifs de la Grande-Barrière. Et, c'est de là que l'espèce a émigré pour gagner certaines îles de l'Océanie, notamment la côte ouest de la Nouvelle-Calédonie, et les îles de l'Archipel asiatique où elle existe sans doute depuis une époque très reculée. Quoi qu'il en soit, elle y a été découverte pour la première fois, vers 1745, par Rumphius qui l'avait nommée très justement *C. littorea*, affirmant ainsi son habitat étroitement littoral ; en tout cas, ce nom avait l'avantage d'être plus précis que celui qui lui a été

attribué plus tard, en 1775, dans le *Genera* de Forster, puisque tous les *Casuarina* australiens sont équisétiformes.

Le *C. equisetifolia* s'est également répandu en Asie méridionale; et, enfin, faisant en quelque sorte le tour de l'Océan Indien, il s'est implanté sur les rivages de l'Afrique orientale et sur ceux de toutes les terres avoisinantes qui, géographiquement, se rattachent à ce continent.

On peut se demander de quelle manière s'est effectuée pareille dispersion à d'aussi longues distances, et surtout sur les terres africaines qui sont si éloignées du centre de formation australien ? Je crois qu'on peut répondre sans hésitation à cette question en disant que cette dispersion s'est effectuée surtout par les courants marins.

On sait que ces courants ont été considérés souvent comme les agents de transport des semences de plantes à travers les Océans, et qu'ainsi s'explique que la flore des îles soit alliée à quelque flore continentale même très éloignée (1).

Mais il faut admettre alors que les graines peuvent flotter longtemps dans l'eau de mer sans perdre leur faculté germinative.

Dans le cas qui nous occupe, nous pouvons appuyer notre conception sur deux ordres de faits.

En premier lieu, il y a très grande probabilité pour que les graines de *Casuarina* puissent être transportées fort loin à travers les mers sans perdre leur pouvoir germinatif. Cela tient à des dispositions particulières des organes de la fructification, qu'il faut rappeler. On sait que l'inflorescence femelle des *Casuarina* se transforme à la maturité en un cône ou strobile présentant sur toute sa surface de nombreuses logettes juxtaposées. Chaque logette est bordée par deux bractées ligneuses, formant comme deux valves opposées. Au fond de chaque logette se trouve un fruit qui est une petite samare délicate, à péricarpe membraneux. Cette samare présente une extrémité renflée qui renferme une graine. Quand le strobile est parvenu à maturité, les logettes s'ouvrent et les samares s'en échappent. Or, cette déhiscence du strobile n'a lieu que lorsque le milieu est sec. Quand on place des strobiles, même désséchés depuis longtemps, pendant quelques heures dans l'eau, on

(1) V. à ce sujet : J. D. Hooker : *Considérations sur les flores insulaires* (An. sc. nat. 5e série, t. VI. 1866), et A. de Candolle : *Géographie botanique raisonnée*, 1855, t. II, p. 613.

voit toutes les valves opposées se rapprocher deux à deux et les logettes se fermer complètement ; au contraire, dès qu'on les expose à l'air sec pendant quelque temps, les valves s'écartent et les logettes s'ouvrent de nouveau. Cette petite expérience est facile à réaliser même avec des cônes conservés depuis longtemps en herbier. On peut donc admettre que lorsque les strobiles mûrs tombent dans l'eau de mer, — ce qui est naturellement très fréquent pour le *C. equisetifolia,* qui habite les sables des rivages — toutes les logettes se ferment rapidement en emprisonnant les fruits qu'elles contiennent ; ainsi se trouve assurée, dans une large mesure, la conservation de ceux-ci.

De plus, le péricarpe même des samares offre, dans sa structure, un tissu particulier décrit depuis longtemps, et qui est de nature à isoler, en quelque sorte, les graines et à les soustraire très efficacement à l'action nuisible de l'eau de mer. Ce tissu, attentivement étudié par J. Poisson [**22**] et par Morini [**18**] se compose de trachéides dont les membranes offrent des épaississements spirales et qui forment une couche épaisse dans la partie moyenne du péricarpe. Or, à la maturité du fruit, toutes ces trachéides se remplissent d'air et le péricarpe présente alors dans son épaisseur une couche gazeuse isolante, qui s'oppose au contact de l'eau avec la graine qu'il renferme.

Ainsi donc, en raison de ces dispositions morphologiques et anatomiques des cônes fructifères, les semences de *C. equisetifolia* échappent à l'action destructive de l'eau de mer et peuvent être transportées à des distances considérables par les courants marins, sans perdre leur faculté germinative. Leur germination aura des chances de se produire toutes les fois qu'elles seront rejetées sur quelque plage sablonneuse, habitat normal de l'espèce.

Mais ce n'est pas tout. On peut se demander, en second lieu, s'il y a des faits qui permettent d'accorder quelque crédit à cette idée que c'est bien par les courants marins transportant les cônes fructifères issus de l'Australie ou du moins des archipels situés à l'Est de l'Océan Indien, que le *C. equisetifolia* a pu étendre son aire à travers tout cet Océan et aller s'implanter sur toutes les terres ou îles situées à l'Ouest ? On peut répondre encore ici par l'affirmative. Ce n'est évidemment pas ici le lieu de faire l'histoire des courants de la Mer des Indes ; qu'il nous suffise de rappeler que sous l'action de plusieurs causes, des vents alizés et des moussons, particulière-

ment de la mousson qui souffle du nord-est, les eaux de l'Océan Indien circulent en direction générale allant de l'Est à l'Ouest, et que, de plus, le long de la côte orientale d'Afrique, existe un courant permanent bien connu, le courant du Mozambique ou de Lagullas, qui entraîne les eaux du Nord au Sud, dans le Canal de Mozambique. On peut concevoir, dès lors, que des objets flottants, partis du nord de l'Australie ou des îles de l'Archipel asiatique, puissent accomplir un long trajet transocéanique qui les amène, non seulement dans les petites îles disséminées dans la partie occidentale de l'Océan Indien, mais jusque sur la côte orientale d'Afrique et sur les rivages de l'Ouest de Madagascar, que baignent les eaux du Canal de Mozambique.

Voici, d'ailleurs, un fait précis qui peut être considéré comme une preuve de l'exactitude de cette conception. Lorsqu'eut lieu, le 25 août 1883, l'explosion du volcan de l'île de Krakatoa, située dans le détroit de la Sonde entre Java et Sumatra, de grandes masses de pierre ponce se sont disséminées sur l'Océan, en allant d'abord vers le nord. Puis, des quantités considérables de cette ponce flottante se sont dirigées vers l'Ouest, à travers l'Océan Indien, poussées par les courants ; des navires, parcourant la Mer des Indes, en ont rencontré de véritables iles flottantes, et enfin, au mois de mars 1884, de nombreux morceaux de cette pierre ponce furent rejetés et recueillis sur les plages du nord-ouest de l'île de la Réunion. Entraînés par les courants de l'Est vers l'Ouest, ils avaient ainsi mis un peu plus de six mois pour parcourir la distance d'environ 6000 kilomètres qui sépare cette île du détroit de la Sonde (1).

Ce fait montre donc que des semences de plantes, ayant même origine géographique que ces ponces, c'est-à-dire provenant des terres de l'Océanie, peuvent être disséminées dans les îles africaines par les courants de la Mer des Indes. Et c'est bien ainsi que très vraisemblablement s'est faite la dispersion du *C. equisetifolia*, grâce à des strobiles flottants renfermant des graines qui s'y trouvent si bien protégées contre l'action de l'eau de mer.

Il est probable que c'est tout d'abord sur la côte Ouest de Mada-

(1) C. Flammarion : *L'Eruption du Krakatoa et les Tremblements de terre*. Paris.

gascar que le *Casuarina equisetifolia* s'est implanté. Les conditions, en effet, y sont particulièrement favorables à sa végétation ; car le long de cette côte s'étend une bordure de récifs de coraux et de madrépores ; dans les sables calcaires entassés sur les rivages adjacents l'arbre a trouvé son sol de prédilection ; et il s'y est naturalisé. C'est là qu'il a reçu le nom malgache de *Filao*, nom sous lequel on le connaît dans presque toutes les îles de l'Océan Indien. Et son existence est si ancienne à Madagascar qu'on a pu croire qu'il était réellement originaire de la Grande Ile. Mais, en définitive, le Filao malgache est de la même provenance que beaucoup d'autres de ces végétaux que possède Madagascar et qui selon la remarque de Hooker [**13**] « sont propres aux îles de Bornéo et de Java ».

Il est possible aussi que le *C. equisetifolia* ait été apporté directement par les courants aux îles Séchelles, où Baker (1) le signale comme très commun sur les plages sablonneuses où le sol es d'ailleurs souvent formé, comme à l'est de Mahé, par un mélange de sable granitique entraîné par les eaux pluviales descendant des montagnes, et de sable madréporique provenant de la désagrégation des récifs qui bordent la côte.

Cependant il ne faudrait pas croire que le transport transocéanique par les courants ait été la seule cause de dispersion du *Filao* dans les archipels et les îles de l'Océan Indien. Il convient ici de ne pas négliger une autre cause importante de l'extension de l'aire des végétaux, qui est l'intervention de l'homme et les progrès de la colonisation. Je puis, à cet égard, citer deux exemples précis.

Un premier fait est le suivant. Le *C. equisetifolia* existe aujourd'hui dans la petite île madréporique de Galéga, ou Agaléga, entourée de récifs de toutes parts et située par environ 54° de longitude est et 10° de latitude sud. Cette île, lorsqu'on put la côtoyer d'assez près, en 1785, apparut couverte d'une véritable forêt de Cocotiers. Ce ne fut toutefois qu'au commencement du siècle dernier que des colons venus de l'Ile-de-France entreprirent d'exploiter ces cocotiers pour l'exploitation de l'huile de coco. En 1826, d'après les documents que nous possédons, l'île Galéga devint la propriété du comte de Beaupoil de Saint-Aulaire, qui confia la direction de son domaine, en vue de la culture des cocotiers et de la fabrication de

(1) *Flora of Mauritius and Seychelles.*

l'huile, à un homme actif et intelligent, Auguste Leduc. Celui-ci introduisit alors à Galéga le Filao qu'il prit à Madagascar, afin d'avoir des arbres de venue sûre et facile, destinés à ombrager et à abriter son habitation. Et, en effet, dans le sol madréporique de cette île, la croissance du Filao fut prodigieusement rapide. Des Filaos provenant de graines ensemencées au mois de novembre 1829, transplantés l'année suivante, étaient devenus, vers le milieu de l'année 1836, à l'âge d'environ six ans, des arbres dont la taille atteignait près de 18 mètres.

Un second exemple nous est fourni par l'histoire de ces nombreux peuplements de Filaos qui se rencontrent actuellement dans une bonne partie de la zone littorale de l'île de la Réunion. Le *C. equisetifolia* a été introduit dans cette colonie en des circonstances qui ont pu être nettement établies. En 1768, afin de compléter l'exploration de tous les archipels de l'Océan Indien, disséminés entre l'Inde et notre établissement de l'Ile-de-France — œuvre dont l'illustre Mahé de Labourdonnais fut le promoteur et qui avait été commencée dès 1742 — une mission fut organisée sur les ordres du ministre de la marine d'alors, le duc de Praslin, et confiée au capitaine Grenier, qui commandait la corvette *l'Heure du Berger*. Un astronome, l'abbé Rochon, fut adjoint à cet officier pour la détermination exacte, à l'aide d'observations astronomiques, de la position des îles ou écueils que l'on rencontrerait. Or, l'intendant général Pierre Poivre, qui résidait alors à l'Ile-de-France, chargea l'abbé Rochon de rapporter en cette île un certain nombre de plantes utiles vivant sur les terres qu'il devait visiter ; parmi ces végétaux, se trouva précisément le *C. equisetifolia*, qui probablement avait été pris aux Séchelles. Et c'est ainsi, vers 1768, par les soins de l'abbé Rochon, que le Filao fut introduit dans nos deux possessions d'alors aux Mascareignes : Ile-de-France qui est la colonie anglaise actuelle de Maurice, ou Baker le signale comme très commun sur les rivages, et Bourbon.

C'est dans cette dernière colonie, devenue l'île de la Réunion, où le *C. equisetifolia* est aujourd'hui très répandu et naturalisé, que l'on peut se rendre compte, après plus d'un siècle d'observations, de toutes les particularités qu'offre l'œcologie de cette espèce, et se convaincre aussi des grands services que cet arbre est susceptible de rendre dans les pays tropicaux.

Le Filao, en effet, qui, on l'avait remarqué dans la colonie, ne prospérait qu'au bord de la mer, fut employé pour le reboisement de la zone littorale, partout où celle-ci était formée de terrains sablonneux et arides. On le propagea ainsi tout d'abord avec succès sur les rivages sablonneux du nord-ouest et de l'ouest de l'île, et l'on constata alors qu'il végétait avec une vigueur toute particulière sur les plages de sable blanc madréporique qui, sur ce littoral de l'ouest, correspondent à une barrière de récifs de coraux s'étendant à peu de distance du rivage. Là, les masses d'un vert sombre des Filaos forment un contraste singulier avec la blancheur du sable des plages. De plus, au niveau d'une sorte de promontoire de cette même partie occidentale de l'île, à la pointe dite de l'Étang-salé, d'énormes masses de sables s'étaient accumulées, sables madréporiques venant de la mer et sables alluvionnaires basaltiques apportés par les cours d'eau qui descendent des pentes montagneuses. Soulevés par les vents d'ouest, ces sables formaient des dunes qui, dans leurs mouvements incessants, progressaient vers l'intérieur et menaçaient de recouvrir les terres cultivées. La superficie de ces dunes était évaluée à 900 hectares. Dès 1871, on entreprit de les fixer par une plantation de *C. equisetifolia*, qui comprend aujourd'hui plus d'un million d'arbres. Bref, tous les terrains sablonneux et arides de cette partie de la zone littorale ont été peu à peu transformés en forêts de Filaos ; la superficie totale ainsi reboisée peut-être estimée à 2000 hectares.

Mais ce n'est pas tout. Dans la région sud-est de la colonie, on peut assister à une propagation spontanée du *C. equisetifolia*. Des Filaos avaient été plantés en bordure de la route nationale qui forme ceinture autour de l'île. Or, les samares légères produites par ces arbres, emportées par le vent, se disséminèrent sur les champs de laves récentes qui recouvrent toute cette partie du pays dite région du Grand Brûlé, et qui se transformèrent de la sorte, au bout de quelques années, en forêts de Filaos. Celles-ci occupent là une superficie de près de 3000 hectares.

Le Filao, dans les sables et les terrains alluvionnaires du littoral atteint la taille d'un grand arbre de 15 à 20 mètres. Ses dimensions diminuent lorsque, pour diverses raisons, il est cultivé plus à l'intérieur des terres, soit pour servir de tuteur au Vanillier, soit pour

ombrager les avenues. En tout cas, son extension en altitude ne dépasse guère 400 mètres.

Toutes ces forêts de *C. equisetifolia*, méthodiquement exploitées pour la plupart, fournissent un bois très estimé : d'abord comme bois de chauffage pour les usines, dans un pays où le charbon manque totalement, et aussi comme bois de charpente ; en ce qui concerne ce dernier emploi, le bois du Filao très résistant et très dur, peut être considéré comme d'excellente qualité, pourvu qu'il ne soit pas soumis à des alternatives de sécheresse et d'humidité.

En résumé, les Casuarinacées ont pour centre de formation l'Australie ; elles comptent même parmi les végétaux les plus caractéristiques de la flore de ce continent qui, par suite d'une perméabilité excessive du sol, possède un climat relativement sec. Les *Casuarina* australiens, formes végétales archaïques, Angiospermes primitives, dont l'évolution a vraisemblablement été arrêtée par suite de leur isolement, sont donc essentiellement xérophiles ; ils sont à rameaux cylindriques, avec des verticilles foliaires pourvus généralement de nombreuses feuilles concrescentes ou phyllichnies, ce nombre pouvant varier de quatre à vingt.

De leur centre d'origine, ces *Casuarina* du type australien ont émigré vers des régions plus humides et plus chaudes, tropicales ou équatoriales, telles que la Nouvelle-Calédonie et les îles de l'Archipel asiatique ; et alors par adaptation à ces nouvelles conditions de milieu, de nouvelles formes sont ainsi apparues, caractérisées par la réduction du nombre des feuilles concrescentes et par l'atténuation plus ou moins marquée de la xérophilie du type primitif : de la sorte se sont constituées les espèces du type néo-calédonien à rameaux tétragones, avec des verticilles foliaires comprenant constamment quatre phyllichnies, dont toute l'organisation morphologique et anatomique révèle l'influence de l'humidité de l'air. Mais l'aire de ces *Casuarina* du type tétragone est limitée.

De toutes les espèces de ce genre, dont le foyer d'origine paraît bien être l'Australie, seul le *Casuarina equisetifolia* possède actuellement une aire étendue comprenant toutes les terres qui circonscrivent l'Océan Indien. Arbre de littoral et des rivages dont il n'a aucune tendance à s'éloigner, espèce essentiellement psammophile, prospérant plus particulièrement dans les sables blancs madréporiques des îles coralliennes ou des plages voisines des récifs de

coraux, le *C. equisetifolia* offre une dispersion à de grandes distances, grâce à ses cônes ou strobiles séminifères que les courants marins ont transportés au loin ; il s'est implanté spontanément, acclimaté et parfois naturalisé sur toutes les côtes, continentales ou insulaires, où non seulement il a trouvé réalisées les conditions convenables de milieu et surtout de sol, mais encore où il n'a rencontré aucune concurrence de la part de végétaux déjà mieux adaptés.

En outre, arbre d'une utilité incontestable par les services multiples qu'il peut rendre, dans les pays intertropicaux, pour les reboisements littoraux ou la fixation des dunes (1), ou en raison de la bonne qualité du bois de chauffage ou de charpente qu'il fournit, le *C. equisetifolia* doit, en partie du moins, l'extension de son aire à l'intervention de l'homme et aux progrès de la colonisation. Ainsi introduit, il s'est naturalisé rapidement partout où les conditions de milieu, et surtout de sol, ont été favorables à sa végétation, et où, sans quitter la zone littorale, il a trouvé des espaces libres à occuper.

Laboratoire de Botanique P. C. N.
de la Faculté des Sciences de Marseille

(1) Récemment les Filaos ont été employés avec succès pour fixer des étendues plus ou moins considérables de dunes en certains points des côtes de l'Annam, en Indo-Chine française.

BIBLIOGRAPHIE

[1] **Bentham** (G.) et **Mueller** (F. v.). — *Flora australiensis*, vol. VI, London, 1873.

[2] **Bonnier** (G.). — *Recherches expérimentales sur l'adaptation des plantes au climat alpin* (An. sc. nat. Bot., 7e série, t. XX, 1894).

[3] — *Sur la différenciation des tissus vasculaires de la feuille et de la tige* (C. R. Ac. sc., t. CXXXI, 1900, p. 1276).

[4] **Boodle** (L. A.) **and Worsdell** (W. C.). — *On the comparative anatomy of the Casuarinæ with special reference to the Gnetaceæ and Cupuliferæ* (An. of Bot, t. VIII, 1894).

[5] **Cambage** (R. H.). — *Notes on native flora of New south Wales* (Proceedings of the Lin. soc of the New south Wales, t. XXVI, 1901, p. 319).

[6] **Cormack** (B. G.). — *On a cambial development in* Equisetum (An. of Bot., vol. VII., 1893, p. 63).

[7] **Daniel** (L.). — *Structure anatomique comparée des bractées florales des feuilles verticales et des feuilles engainantes* (Bul. Soc. bot. Fr, t. XXXVI, 1889, pp. 141 et 304).

[8] **Eberhardt** (Ph.). — *Influence de l'air sec et de l'air humide sur la forme et la structure des végétaux* (An. sc. nat. Bot., 8e série, t. XVIII, 1903).

[9] **Flahault** (Ch.). — *Recherches sur l'accroissement terminal de la racine chez les Phanérogames* (An. sc. nat. Bot., 6e série, t. VI, 1878).

[10] **Flot** (L.). — *Recherches sur la naissance des feuilles et sur l'origine foliaire de la tige* (Rev. gén. de Bot., t. XVIII, et XIX, 1906-1907).

[11] **Frye** (Th. C.). — *The embryo sac of* Casuarina stricta (Bot. Gaz., 1903, p. 101, 1 pl.)

[12] **Grisebach** (A.). — *La végétation du globe*, trad. fr., t. II, 1876, Paris.

[13] **Hooker** (J. D.). — *Considérations sur les flores insulaires* (An. sc. nat., 5e série, t. VI, 1866, p. 267).

[14] **Houlbert** (C.). — *Recherches sur la structure comparée du bois secondaire dans les Apétales* (An. sc. nat. Bot., 7e série, t. XVII, 1893).

[15] **Lecomte** (H.). — *Sur quelques points de l'anatomie de la tige et de la feuille des Casuarinées* (Bul. Soc. bot. Fr., t. XXXIII, 1886, p. 311).

[16] **Lothelier** (A.). — *Recherches sur les plantes à épines et aiguillons* (Thèse, Paris, 1893).

[17] **Maiden** (J. H.) et **Betche** (E.). — *Notes* (Proceedings of the Lin. Soc. of New south Wales, vol. XXX, 1905, 371).

[18] **Morini** (F.). — *Anatomia delle frutto del Casuarinee. Ricerche anatomiche sull embrione* (Memorie della R. Accad. delle scienze dell'Istituto di Bologna, série 5, t. 1, 1890).

[19] — *Contributo all'anatomia del caule e della foglia delle Casuarinee (Ibid.*, série 5, t. IV, fasc. 4, 1894).

[20] — *Contributo all'anatomia del caule e della foglia delle Casuarinee Gimnostome* (*Ibid.*, série 5, t. V. 1895).

[21] — *Contributo all'anatomia della radice delle Casuarinee* (*Ibid.*, série 5, t. VI, fasc. 2, p. 369).

[22] **Poisson** (J). — *Recherches sur les* Casuarina *et en particulier sur ceux de la Nouvelle Calédonie* (Nouv. Arch. du Museum d'Hist. Nat. de Paris, t. X, 1874, p. 59).
Contenant l'indication de tous les travaux antérieurs.

[23] **Saporta** (G. de) et **Marion** (A. E.). — *L'Evolution du règne vegétal. Les Phanérogames* (t. I. Paris, 1885).

[24] **Treub** (M.). — *Sur les Casuarinées et leur place dans le système naturel* (An. du jardin bot. de Buitenzorg, Vol. X, 1891).

[25] **Van Tieghem** (Ph.). — *Remarques sur la structure de la tige des Prêles* (Journ. de Bot., 1er nov. 1890, n° 21).

[26] — *Sur les diverses méristèles corticales de la tige* (An. sc. nat. Bot., 9e série, t. I, 1905, p. 34).

REVUE DES TRAVAUX DE BOTANIQUE
TROPICALE ET SUBTROPICALE
(1910-1919)

par P. CHOUX

(Suite)

En ITALIE, le cotonnier est cultivé en Sicile, où c'est la variété égyptienne *Mitafifi* qui s'est le mieux comportée (1) et en Sardaigne, où une variété américaine *Bate's Big Boll* s'est montrée capable de fournir un produit plus abondant et de meilleure qualité que le coton local à fibre très courte et grossière (2). Mais les Italiens ont également tourné leur attention vers leurs colonies. En Erythrée, le coton américain *Upland* longue soie a été cultivé avec succès. Dans le Somaliland, ce sont à la fois les cotons américains et égyptiens qui ont donné des résultats satisfaisants. La Somalie italienne présente en effet les meilleures conditions pour une culture intensive du coton et cela, soit que l'on considère le terrain ou le climat de la région ou encore la possibilité technique de rendre facilement irrigables de grandes étendues de terrain. Malheureusement, les conditions économiques sont beaucoup moins favorables (3). Mattei

(1) TROPEA dans Nuovi Annali di Agric. Siciliana, Palermo, 1914 (D'après Inst. Intern. D'Agric., Bull. des rens. agric., janv. 1915, n° 38).

(2) *L'expérimentation d'une nouvelle variété de coton en Italie* (Bull. de l'Office du Gouv. Gén. de l'Algérie, nov. 1917, p. 171).

(3) BRUNO : *Per la cotonicoltura nella Somalia italiana* (L'Africa italiana, Boll. d. Soc. afric. d'italia, dic. 1913, p. 220).

— *Cotton problems in Italian East Africa* (Bull. of the Imp. Inst., Vol. XIII, n° 3, july-sept. 1915, p. 478)

— SCASSELLATI FORZOLINI : (*Appunti sulla coltivazione del Cotone nella Somalia italiana meridionale* (L'Agricoltura coloniale, 30 aprile-31 maggio 1915, p. 193).

— BARTOLOMMEI GIOLI : *La cotonicoltura nelle nostre colonie e di provvedimenti che essa reclama* (id., 30 giugno 1917, p. 169).

a signalé d'autre part en Somalie italienne deux nouvelles espèces de cotonnier indigène *Gossypium Paolii* et *G. Benaredense* (1). Une des qualités de ce cotonnier indigène, c'est sa résistance exceptionnelle à la sécheresse (2).

Enfin, en Libye, ce sont des variétés arborescentes, comme le *Caravonica*, qu'il faut introduire (3) et dans la plaine de Bengas (Cyrénaïque) la culture du cotonnier sans irrigation est possible, bien que les conditions climatériques paraissent à un premier abord plutôt défavorables (4).

Comme les autres pays d'Europe, la BELGIQUE s'est préoccupée de trouver du coton dans ses colonies et notamment au Congo belge. La culture du cotonnier dans cette dernière possession a progressé d'une façon remarquable, puisqu'elle est passée de 45 ha. en 1916 à 1500 ha. environ en 1919 (5).

L'œuvre de la France mérite d'être examinée avec quelques détails et doit être envisagée dans ses diverses colonies (6).

En Algérie, la question de la culture du cotonnier a été très controversée. Si, pour M. Brunel (7), les conditions physiques sont éminemment propices et les rendements égaux et même supérieurs à ceux des pays d'origine, M. Rivière (8) considère que les conditions de climat et de main-d'œuvre ne se prêtent que très exceptionnellement aux rendements économiques satisfaisants du coton-

(1) MATTEI dans Boll. di Studio ed Inform. del R. Giard. Col. di Palermo, 1916 (D'après Inst. Intern. d'Agric., Bull. rens. agricoles, mai 1918, n° 516).

(2) BRANDALISE : *Le cotonnier dans la Somalie italienne* (dans id., 1919) (D'après id., juillet 1919, n° 884).

(3) TROPEA : *La cotonicoltura in Libia* (L'Agricoltura coloniale, 25 Maggio 1914, p. 310).

(4) VITO ZANON : *Primi esperimenti di cotonicoltura eseguiti dalla Missione dei P. P. Giuseppini al Fuchat-Bengasi* (id., 31 dic. 1918, p. 337).

(5) P. JANSSENS : *La culture du coton au Kasaï* (*Congo belge*) (Bull. agricole du Congo belge, mars-juin 1916, p. 131).

— *La culture du coton au Congo belge* (id., mars-juin 1917, p. 24 et 1918, p. 29).

— FALLON : *Culture du cotonnier au Congo belge* (Bull. Assoc. Plant. de Caoutch., Anvers, Août 1919) (D'après Inst. Intern. d'Agric., Bull. des rens. agricoles, janv. 1920, n° 75).

(6) AUDIFFRED : *Rapport au Sénat sur le coton* (*La France doit-elle et peut-elle produire dans ses colonies la majeure partie du coton nécessaire pour alimenter ses filatures et ses tissages ?* (Association cotonnière coloniale, Bull. n° 48, oct. 1910, p. 719)

(7) BRUNEL : *Le coton en Algérie* (Alger, 1910, Imprimerie agricole).

(8) RIVIÈRE : *Le coton en Algérie* (J. d'Agric. trop., mai 1911, p. 133).

nier. Aujourd'hui cependant l'accord semble s'être fait parmi les botanistes et les agronomes. MM. Verry (1), Trabut (2), Cayla (3) pensent que la culture du coton en Algérie peut présenter un réel intérêt pour certaines régions et doit être surtout développée dans les terres irrigables, accessoirement dans des sols conservant assez d'humidité sans irrigation. Parmi les variétes les plus recommandables, une expérience déjà longue a mis en relief la grande valeur des cotons du type égyptien. Les résultats obtenus dans la région d'Orléansville et en Oranie justifient cette manière de voir. La Tunisie, au contraire et quoi qu'on en ait dit, ne paraît pas appelée à un grand avenir à cause de sa pauvreté hydraulique (4).

Au Maroc, des semis ont été effectués dès 1911 à Casablanca dans la pépinière créée en commun par la ville et le corps de débarquement. Les essais poursuivis dans la suite ont montré que la culture du cotonnier longue-soie (la seule qui ait été entreprise) n'est possible que dans la région côtière occidentale, en plaine, de préférence dans les sols d'alluvions argilo-siliceux ou silico-argileux et d'autre part que cette culture cotonnière doit être une culture irriguée (5).

(1) Verry : *Rapport sur la culture du coton en Algérie* (Rég. de Tunis, Dir. gén. de l'Agric., Mém. et Documents, 1912, n° 4).

(2) Trabut : *Instructions pour la culture du cotonnier en Algérie* (Gouv. Gén. de l'Algérie, Dir. de l'Agric., Inf. agric., Bull. n° 54, Alger, 1917).

(3) Cayla : *Enquête sur la culture du coton en Egypte, en Algérie, en Tunisie et au Maroc en 1917* (Ann. de la Science agronomique, janv. 1919, p. 1 et avril 1919, p. 145).

— Cayla : *La culture du coton en Afrique du Nord française* (Agron. col. mars-avril 1919, n° 23, p. 145).

(4) Montet : *Un essai de culture du coton en Tunisie* (J. d'agric. trop., janv. 1912, p. 8).

— Guillochon : *Le cotonnier en Afrique du Nord* (id., bull. bibliog., nov. 1912, n° 2507).

(5) *Essais de culture du coton au Maroc* (Bull. de l'Off. du Gouv. Gén. de l'Algérie, 15 Mai 1913, p. 161).

— Lamba : *L'avenir de la culture du coton dans l'Afrique du Nord (Tunisie, Algérie, Maroc)* (Assoc. cot. col., Bull. n° 59, déc. 1913, p. 509).

— *La culture du coton au Maroc* (Bull. écon. de l'Indo-Chine, n° 128, janv.-févr. 1918, p. 130).

— *La culture du coton au Maroc* (Compte-rendu des trav. du Congrès col. de 1918, T. III, Challamel, Paris, p. 481).

— *Essais de culture au Maroc (1914 à 1916)* (id., p. 486).

— Cayla : *loc. cit.*

— *Le coton au Maroc occidental* (Assoc. cotonnière col., Bull. n° 61, 1919, p. 654).

Le Cambodge est jusqu'à ce jour la colonie française qui exporte le plus de coton. Des quatre variétés de cotonnier qu'on y rencontre, la plus importante est le *Gossypium hirsutum* d'origine américaine ; c'est la seule qui soit l'objet de cultures en grand le long des berges du Mékong, du Bassac et de leurs affluents. Rappelons aussi que cette variété a été introduite aux Indes Britanniques et que ce *Cambodia cotton* y a donné les heureux résultats que nous avons déjà mentionnés. Or les cultures indigènes cantonnées sur les berges des principaux cours d'eau sont faites à contre-saison. Il en résulte que la qualité de la fibre est inférieure et que ce coton est inutilisable pour la filature française. Au contraire, ce même cotonnier hirsute, cultivé dans les terres élevées non inondées, où on est maître de l'époque des semis, a donné un produit de valeur équivalente aux sortes américaines consommées couramment en France. Aussi encourage-t-on très sérieusement la culture du coton du Cambodge sur terres rouges (1). De plus, depuis 1913, le service de l'agriculture a entrepris l'amélioration de ce cotonnier par la sélection méthodique, ce qui permettra, par la multiplication des types purs améliorés, d'obtenir une carde encore plus estimée.

Nos colonies du Pacifique offrent également un champ vaste et plein de promesses pour la culture du cotonnier. En particulier, l'archipel des Nouvelles-Hébrides, où la variété *Caledonian Dwarf*

(1) Martin de Flacourt : *Note sur la sélection du coton entreprise depuis 1913 par le service agricole du Cambodge* (Bull. éc. de l'Indo-Chine, n° 116, nov.-déc. 1915, p. 946).

— Id. : *Intensification de la culture du cotonnier au Cambodge* (id., n° 124, mai-juin 1917, p. 199).

— Id : *Possibilités du Cambodge au point de vue cotonnier* (id., n. 129, mars-avril 1918).

— Prudhomme : *Le coton du Cambodge et la filature française* (L'Agronomie coloniale, n° 19, juillet-août 1918, p. 13).

— Id : *Le coton d'Indo-Chine* (id., sept.-oct. 1918, p. 60).

— Crevost et Lemarié : *Plantes et produits filamenteux et textiles de l'Indo-Chine. Le cotonnier de l'Indo-Chine* (Bull. écon. de l'Indo-Chine, n° 136, mai-juin 1919, p. 638).

— Baudoin : *Le coton au Cambodge. Campagne cotonnière 1918-1919 en terres rouges et concours de coton de Kompong-cham* (id., n° 138, sept.-oct. 1919, p. 657).

donne les meilleurs résultats, semble être appelée à un avenir très brillant (1).

Enfin l'Afrique occidentale française est de toutes nos colonies celle où le cotonnier paraît devoir le mieux réussir. La question a été exposée d'une façon remarquable par M. Yves Henry qui formule les conclusions suivantes. La production du coton en Afrique tropicale trouvera son principal élément dans la culture par irrigation, et, si la France veut produire dans ses propres territoires le million de balles dont elle a besoin, il lui faudra organiser la culture intensive par l'irrigation dans les deux belles vallées alluvionnaires du Sénégal et du Niger. On peut affirmer qu'en culture normale il est possible d'obtenir dans les vallées africaines des rendements aussi élevés qu'en Egypte, mais ici, comme partout ailleurs, il faudra préparer avec méthode cette œuvre admirable de relèvement de la production agricole par l'usage rationnel de l'eau et ce ne pourra être l'œuvre d'un jour (2).

(à suivre).

(1) *Le coton dans les Etablissements français de l'Océanie* (L'Agronomie tropicale, mai 1910, n° 5).

— Froment-Guieysse : *Les ressources agricoles des Etablissements français de l'Océanie* (J. d'Agric. trop., avril 1910, p. 105).

— Corlette Ewan : *Culture du cotonnier aux Nouvelles-Hébrides* (The Agric. Gaz. of New South Wales, Sydney, Juin 1917) (D'après Inst. Intern. d'Agric.. Bull. des rens. agricoles, oct. 1917, n° 918).

— The Board of Trade Journal, n° 1184, 1918 (D'après id., févr. 1919, n° 198).

— *Le Coton en Nouvelle-Calédonie* (Assoc. cot. col., Bull. n° 61, 1919, p. 663).

— *Le coton aux Nouvelles Hebrides* (id., p. 665).

(2) Yves Henry : *Comment la France se procurera le coton dont elle a besoin* (Matières premières africaines sous la direction de Y. Henry, T. I, Paris, Emile Larose, 1918, p. 69). (Colonies et Marine, mai 1918, n° 5, p. 25).

REVUE DES TRAVAUX

DE

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE

PUBLIÉS DANS LE COURS DES ANNÉES 1910-1919

2me Partie : MÉSOZOÏQUE

(du Trias au Wealdien inclus)

par **M. A. CARPENTIER**

(suite)

---

b. Jurassique inférieur (Infralias et Lias).

Angleterre. — M. H. Hamshaw Thomas a fait connaître la flore de Roseberry (nord du Yorkshire). En cette localité, le lias est recouvert par des bancs massifs de grès de la série inférieure des « Estuarine rocks ». Entre les grès et le Lias, dans des schistes de transition, que l'on peut considérer comme d'âge supra-liasique, M. Thomas a découvert toute une flore qui n'a rien à envier, comme richesse et intérêt, aux célèbres gisements du Yorkshire : Gristhorpe et Marske. Les plantes les plus abondantes sont *Equisetites Beani*, *Nilssonia mediana*, *Marattiopsis anglica* et surtout des *Thinnfeldia*, dont *T. rhomboidalis* Ett. La fréquence de ces deux dernières plantes, surtout communes dans le Lias et même déjà dans le Rhétien (*Marattiopsis*) est à souligner au point de vue de l'âge des schistes à plantes. Cette flore de Roseberry tranche, par la présence de certaines espèces d'affinités liasiques, sur l'ensemble de la flore mésozoïque du Yorkshire.

(1) H. Hamshaw Thomas. The Jurassic plant beds of Roseberry Topping. (*The Naturalist*, May 1, 1913, p. 198-200).

Divers bois de Conifères trouvés dans le Jurassique du Yorkshire (Lias, Oolithe) ont fait l'objet d'une étude de Miss Holden (1). On y reviendra dans l'étude spéciale des groupes. Notons que le Lias de la baie de Robin Hood's a fourni des spécimens du *Xenoxylon latiporosum* et du *Protocedroxylon araucarioides* de M. Gothan.

France. — En 1912, R. Zeiller (2) a déterminé des empreintes provenant d'un lit argileux dans des sables infraliasiques des environs de Niort. Deux espèces, le *Cladophlebis (Todites) Roesserti* et le *Tæniopteris tenuinervis* Brauns, ont été trouvées dans le Rhétien comme dans l'Infralias, tandis que le *Thinnfeldia incisa* n'a été signalé que dans l'Infralias. Deux autres empreintes d'*Equisetites* et de *Widdringtonites* rappellent des formes liasiques.

M. Marty (3) a découvert des fragments de plantes de même âge en plein détroit de Rodez, à Santeil, dans la vallée du Dourdou (Aveyron). Il a reconnu l'existence du *Pagiophyllum peregrinum* Schimper, espèce du Lias bleu de Lyme Regis (Dorsetshire) et des grès infraliasiques d'Hettange ; le gisement de Santeil est géographiquement intermédiaire entre la Lozère et la Corrèze où le même fossile est connu.

O. Lignier (4) a décrit et figuré plusieurs plantes fossiles du *Lias moyen* de Sainte-Honorine-la-Guillaume (Orne). Ce sont des *Equisetum* (*E. arenaceum* Jaeg. Bronn, espèce triasique ; *E. Le Beyi*, espèce nouvelle dont les rameaux grêles sont seuls connus) et un Cycadophyte : le *Cycadites Renaulti* nov. spec. Lignier attire l'attention sur des moules d'étuis médullaires qu'il attribue, parfois avec doute, au genre *Artisia*. Il convient de rappeler qu'on ne peut admettre sans réserve que la présence de ces *Artisia* indique la persistance des *Cordaites* jusqu'au *Lias moyen* ; M. Seward a insisté particulièrement sur ce fait que d'autres plantes que les *Cordaites*

(1) RUTH HOLDEN : Contributions to the anatomy of mesozoic Conifers. (*Ann. of Botany*, XXVII, pp. 536, 538... ; july 1913.)

(2) R. ZEILLER : Note sur quelques végétaux infraliasiques des environs de Niort (*Bull. Soc. géol. de France*, 4e sér., XI, pp. 321-328, pl. II, 1911).

(3) P. MARTY : Le *Papiophyllum peregrinum* Schimper dans le détroit de Rodez (Aveyron). (*Bull. Soc. géol. de France*, 4e sér., XIV, pp. 201-205, 2 figures ; 1914).

(4) O. LIGNIER in Contribution à la Flore jurassique. Végétaux fossiles de Normandie. VII (*Mém. Soc. Linn. Normandie*, XXIV, pp. 76-79, 90-92 ; pl. IX, fig. 3, 12, 18 et 19 ; 1913).

ont pu donner lieu à la formation de moules internes de genre *Artisia* (1).

Lignier (2) a décrit du même gisement de Ste-Honorine-la-Guillaume des moules d'étuis médullaires marqués de fortes cannelures longitudinales. Il s'agit de cavités médullaires de tiges articulées rappelant celles des Calamodendrées de genre *Arthrodendron*, mais s'en distinguant par la non-alternance des faisceaux ligneux aux articulations. Lignier les range dans un genre nouveau *Calamitoxylon*.

Suède. — Le *Grès de Hoer* en Scanie est quartzo-feldspathique, formé aux dépens du terrain archéen sur lequel reposent ses gisements aujourd'hui épars. Nathorst (3) distingue dans ce grès : à la base la pierre meulière, tracée de racines ; la couche supérieure d'argile qui montre des rhizomes *in situ* et qui fournit après lavage de grandes quantités de spores ou de grains de pollen (4) ; le grès supérieur d'un grain fin ne renfermant que de rares végétaux. La couche d'argile et surtout la pierre meulière sont très fossilifères et leurs flores peu différentes.

M. Antevs (5) a donné une description complète de la flore du grès de Hoer qu'il place à la base de l'*Infralias*, mais en notant ses nombreux points de contact avec la flore rhétienne. Nathorst a pris soin de souligner l'intérêt de ce mémoire entrepris sur son conseil (6).

La flore de Hoer compte d'ores et déja 51 espèces, dont 15 Filicales et 15 Cycadophytes. Aux nombreux Filicales, il faut ajouter pour compléter la liste des Ptéridophytes, 5 espèces d'*Equisetites*, décrites par M. Halle en 1908. Les plus communes des Ptéridophytes

(1) A. C. Seward : *Fossil plants*, III, p. 248.

(2) O. Lignier : Calamitoxylon Morierei gen. et sp. nov. (*Bull. Soc. Linn. Normandie*, 6e sér., XI, pp. 116-128, 3 fig., 1910) — Sur une Calamodendrée liasique (*Ass. franç. Avanc. Sc.*, Congrès de Lille, 1909. Notes et mém. pp. 620-626).

(3) Cf. A G. Nathorst : Dépôts rhétiens et liasiques fossilifères de Scanie (*XIe Congrès géol. international*, 1910 ; excursion C. 6, pp. 1378-1379, 1912).

(4) Voir Nathorst : Ueber die Untersuchung kutinisierter fossiler Pflanzenteile (*Kungl. Svenska Vetenskapsak Handlingar*, XLIII, n° 6, pp. 12, 13 ; T. II, fig. 22-58 ; 1908).

(5) E. Antevs : Die liassische Flora des Hörsandsteins (*Kungl. Svenska Vetenskapsakad. Handlingar*, LIX, n° 8, 71 pages, 6 pl., 1919).

(6) Cf. A. G. Nathorst : Ammälanden och kritiker (*Géologiska Föreningens forhandlingar*, XLI, 6, pp. 524-527, 1919).

sont : *Equisetites scanicus* (Sternb.) Halle, *Cladophlebis Rösserti* Presl., *Sagenopteris Nilssoniana* Brongt. (1), *Marattiopsis hörensis* (Schimper) Thomas, *Dictyophyllum Nilssoni* Brongt., *Clathropteris meniscioides* Brongt.

Le *Lepidopteris Ottonis*, fossile caractéristique du Rhétien, et qui appartient peut-être aux *Ptéridospermées*, a été trouvé dans la pierre meulière.

Les gymnospermes sont représentées par des *Cycadophytes* nombreuses et variées, par des *Ginkgoales* (7 espèces) et par 5 *Coniférales*. Les Cycadophytes les plus fréquentes sont : *Nilssonia brevis* Brongt., *Pterophyllum propinquum* Goeppert.

La flore de Hoer a en commun bien des espèces avec les flores rhétiennes de Scanie : *Thaumatopteris Schenki, Woodwardites microlobus, Gutbiera angustifolia, Rhizimopteris Schenki, Pterophyllum propinquum, Anomozamites minor*, etc.

Treize espèces ou variétés lui sont spéciales : le *Pterophyllum intermedium*, l'*Anomozamites major* Brongt., par exemple.

Si la flore de Hoër est unie par les liens les plus étroits aux flores rhétiennes, elle présente encore plus de rapports, d'après les appréciations de Nathorst et de M. Antevs, avec la flore infraliasique de Solfiero (Suède). Le *Marattiopsis hörensis* n'est connu qu'à Sofiero et Hoer : c'est une espèce commune dans les deux gisements de même que *Sagenopteris Nilssoniana, Dictyophyllum Nilssoni, Gutbiera angustifolia* et *Baiera tœniata*.

Cette gingkgoacée et la fougère *Andriania baruthina* sont communes au grès de Hoer et à l'Infralias de Franconie et sont des fossiles caractéristiques ; les affinités entre ces deux flores sont très marquées ; le genre *Thinnfeldia* si bien représenté en Franconie n'a cependant pas été observé à Hoer.

Si la flore en question a des traits de parenté très nets avec les flores rhétiennes et infraliasiques, elle ne compte que de rares espèces communes soit avec les flores médiojurassiques, soit avec les flores du Jurassique supérieur ou du Wealdien ; ces espèces (*Todites Williansoni, Pecopteris exilis, Czekanowskia rigida*) sont d'ailleurs remarquables par l'étendue de leur aire de distribution aux temps jurassiques.

(1) Cf. Halle : On the Swedish species of Sagenopteris... (*Kungl. Svenska Vet. Akad. Handl.*, LV, n° 7 ; 1910).

Allemagne. — M. Gothan (1) a fait paraître une monographie de la flore des environs de Nuremberg (Franconie), qui comprend 38 espèces réparties en 25 genres. Se basant sur des arguments stratigraphiques et paléontologiques l'auteur range dans l'*Infralias* la flore, dite rhétienne, de Nuremberg.

Comme la flore de Hoer, dont il vient d'être question, la flore de Nuremberg compte surtout des Filicales et des Cycadophytes. Certaines epèces leur sont communes : *Gutbiera angustifolia*, *Baiera tæniata* et *Andriana baruthina*. Mais on relève des divergences, c'est ainsi que les *Equisetites* sont très rares à Nuremberg, et le *Thinnfeldia rhomboidalis*, le *Nilssonia acuminata*, le *Cheirolepis Münsteri*, non observés à Hoer, sont caractéristiques pour Nuremberg. Les flores rhétienne et infraliasique sont d'ailleurs si intimement unies qu'il est souvent difficile de les distinguer.

Le mémoire de Gothan est une importante contribution à l'étude des Filicales et des Gymnospermes infraliasiques. Nous ne pouvons ici que souligner quelques traits de cette flore. Parmi les *Matoniées* M. Gothan classe à côté des *Laccopteris* et *Gutbiera*, deux espèces du genre *Andriana* et avec doute le *Solenocarpus Münsterianus* de Schenk ; parmi les *Schizéacées*, le nouveau genre *Norimbergia*.

La division des Cycadophytes en *Nilssoniées* et *Bennettitées* est adoptée. De petites graines sont signalées en association avec les *Nilssonia*. Les *Thinnfeldiées* (g. *Thinnfeldia* et g. *Dicroidium*) sont classées parmi les Cycadophytes. L'auteur fait grand état de l'examen des cuticules dans son étude des Cycadophytes.

S'appuyant sur des arguments géologiques M. Gothan établit l'âge infraliasique des lits à plantes de Nuremberg. Les espèces rhétiennes caractéristiques (*Dictyophyllum exile*, *Lepidopteris Ottonis*) manquent ; la flore est plus récente que celles de Coburg et du Brunswick (Rhétien) et de même âge que la flore de Halberstadt et de Quedlinburg étudiée par Salfeld (2).

Dans les schistes à Posidonies du *Lias supérieur* du Brunswick M. Salfeld signale dans ce même mémoire quelques végétaux fos-

(1) W. Gothan : Die unterliassische (rhätische) Flora der Umgegend von Nürnberg (*Abhandl. d. Naturhistorischen Gesellsch. Nürnberg*. XIX, IV, pp. 91-186, Taf. XVII-XXXIX, 1914).

(2) H. Salfeld : Beiträge zur Kenntnis jurassicher Pflanzenreste aus Norddeutschland (*Palæontographica*, LVI, p. 3-4, p. 1-36 passim, 1909).

siles, surtout des *Equisetites*, dont la plupart sont apparentés à des espèces médiojurassiques.

Russie. — Dans un mémoire où il décrit surtout des plantes d'âge médiojurassique des environs de Kamenka, district d'Izium, Gouvernement de Kharkow (Russie), M. Thomas (1) attire l'attention sur deux plantes fossiles qui proviennent de couches considérées comme appartenant soit au Rhétien soit à l'Infralias : le *Dictyophyllum Nathorsti* Zeiller et le *Clathropteris meniscoides* Brongt. ont été signalés par Zeiller dans la flore rhétienne du Tonkin ; le *Cl. meniscoides* a été observé dans la Rhétien de Scanie, mais aussi dans quelques gisements d'âge infraliasique (Hoer ; Franconie).

Amérique. — Les empreintes fossiles étudiées par M. Knowlton (2) et provenant de la haute vallée du Matanuska (Alaska), se rapportent à huit genres différents : *Cladophlebis*, *Dictyophyllum*, *Otozamites*, *Pterophyllum*, *Ctenophyllum*, etc .. L'affinité jurassique de plusieurs espèces, l'absence de roches à fossiles végétaux dans le Trias de l'Alaska, sont des considérants qui amènent l'auteur à regarder ces lits à plantes de la Vallée de Matanuska comme appartenant au *Jurassique inférieur* (Lias). Ce serait la plus ancienne flore jurassique jusqu'ici reconnue en Amérique du Nord. Elle offre les plus grandes affinités avec la flore (du Rhétien-Lias) décrite par Nathorst, Bartholin, Möller, dans l'île de Bornholm et possède en commun avec elle le *Pterophyllum rajmahalense* et le *Ctenophyllum angustifolium*.

La flore de la *Mixteca Alta* est l'une des flores mésozoïques les plus intéressantes qui existent pour le nombre des empreintes et des fructifications de Cycadophytes qu'on y a trouvées. La Mixteca Alta fait partie de la région montagneuse ou plateau de l'Oaxaca, qui borde au Sud la Cordillère et s'étend à travers les régions centrale et occidentale de l'Oaxaca et dans les états de Guerrero et de Puebla. En fait la région de la Mixteca, où de nombreux niveaux à plantes jurassiques ont été découverts, constitue plutôt une sorte de bassin plissé et faillé d'altitude relativement modérée.

(1) H. Hamshaw Thomas : The Jurassic flora of Kamenka (*Mém. Comité géol.* N. S. Livr. 71, p. 55 et 56).

(2) F. H. Knowlton : A lower Jurassic Flora from the Upper Matanuska Valley, Alaska (*Proc. United States National Museum*, LI, p. 451-460 ; pl. 79-82 ; Dec. 1916).

Les principaux gisements dont la connaissance est due à M. Wieland (1) sont ceux du Rio Consuelo entre le coteau del Lucero et celui de Venado. La série *rhétienne-liasique* repose sur des roches volcaniques et se trouve recouverte par des calcaires crétacés, dans lesquels les cours d'eau creusent des cañons très pittoresques. Sur une épaisseur de 600 mètres la série du Rio Consuelo ne compte pas moins de 21 niveaux fossilifères. Dans les 250 mètres de base on a recueilli 18 Cycadophytes, 3 Fougères, 3 Cordaitales, 1 Conifère, 1 *Equisetites* ; dans les 300 mètres supérieurs : 20 Cycadophytes, 7 Fougères, 1 *Equisetites*.

Les *Equisétinées* ne sont représentées que par l'*Equisetites Gümbeli* Schenk du Trias supérieur franconien. Parmi les Fougères ou les plantes filicoïdes, quelques unes (*Alethopteris mexicana, Laccopteris* sp., *Sagenopteris*) sont voisines de certaines espèces du Rhétien d'Europe, d'autres sont affines à des espèces du Rhétien du Tonkin (*Glossopteris ? linearis, Gloss. ? mexicana*), tandis que le *Cladophlebis Albertsii* du Wealdien et le *Coniopteris* cf. *hymenophylloides* plaident en faveur d'un âge plus récent que le Lias.

Mêmes remarques pour chacun des groupes ; parmi les Cordaitales, M. Wieland cite le *Nœggerathiopsis Hislopi* dans des couches qui doivent sans doute se rapporter au Rhétien ; il signale en outre certain *Yuccites* (*Y. Schimperianus*) que M. Seward range dans le genre *Pelourdea* (2) et qu'on a observé dans le Médiojurassique d'Europe.

Si les Conifères ne sont guère représentés que par des bois de genre *Araucarioxylon* et si les *Ginkgoinées* paraissent absentes, par contre les *Cycadophytes* forment la majeure partie de la végétation, à caractères xérophiles marqués.

Les espèces du genre *Ptilophyllum* sont remarquables. Le *Ptilophyllum acutifolium* est en effet représenté par deux variétés, l'une du Gondwana supérieur de l'Inde, l'autre de l'Oolithe du Yorkshire ; la découverte de cette espèce au Mexique ajoute à ce que l'on connaissait déjà de sa distribution géographique très vaste.

(1) G. R. Wieland : La Flora liasica de la Mixteca Alta (*Boletin del inst. Geolog. de Mexico*, N° 31, 162 pages, 9 fig., 50 planches, 1914). — The Liassic Flora of the Mixteca Alta of Mexico, its composition, age and source (*The American Journal of Science*, XXXVI, pp. 251-281, 2 fig. ; sept. 1913).

(2) A. C. Seward, *Fossil plants*, III, p. 277 et seq.

MM. Seward et Sahni font observer dans leur *Révision des plantes du Gondwana de l'Inde* (1) l'importance de cette découverte et de l'association constatée par M. Wieland de certain *Williamsonia*, semblable au *W. Blanfordi* Feist. avec des frondes du *Ptilophyllum pecten*. Plusieurs espèces du genre *Otozamites* sont nouvelles ; on souligne les affinités de ces espèces du Mexique avec des espèces du Lias ou du Médiojurassique d'Europe, ou encore du groupe de Jabalpur (*Gondwana Supérieur*). Parmi les espèces de *Pterophyllum*, le *Pter. Münsteri* et le *Pter. contiguum* sont connus dans le Rhétien du Tonkin ou d'Europe.

Les fructifications des *Williamsonia* et leurs troncs sont abondants ; on aura l'occasion de revenir sur cette partie du mémoire de M. Wieland. Pour l'instant notons la conclusion de l'auteur, à la suite d'une comparaison de cette flore de la Mixteca avec diverses flores jurassiques : « Les lits à plantes du Rio de Consuelo se sont déposés à partir du Rhétien supérieur (inclus), pendant le Lias, jusqu'à la base du Bajocien. » Ces lits constituent un complexe Rhétien-liasique. La persistance, dans la série inférieure, de types anciens (*Nœggerathiopsis, Alethopteris, Trignocarpus, Rhabdocarpus*) est importante à noter. Les pages consacrées par l'auteur à la question de l'origine de la flore de la Mixteca donnent aussi une idée de la distribution géographique des végétaux durant le Jurassique. La flore d'Oaxaca vient-elle du Nord ou du Sud ? Ou bien est-elle essentiellement équatoriale, constituant de la sorte une flore distincte de la végétation plus strictement cosmopolite du Jurassique?

Si des éléments de la flore d'Oaxaca peuvent être comparés à des types ou formes du Rhétien du Tonkin ou d'Europe, par contre les *Clathropteris* et les *Dictyophyllum*, abondants au Tonkin, paraissent manquer totalement au Mexique. De même on n'a pas jusqu'ici observé dans la flore d'Oaxaca de *Dictyozamites*, ni de *Pterophyllum* à grandes frondes comme on en trouve dans le Lias de l'Inde (Rajmahal Hills). Il y a là des différences notables qui peuvent tenir sans doute à des lacunes d'observations ou à des conditions particulières de milieu; somme toute la flore de la Mixteca n'a pas plus d'affinités avec la flore du Gondwana supérieur ou

(1) A. C. Seward and Sahni, *op. cit*, *Palæontologia Indica*, VII, N. 1, p. 25 et 27, 1920.

avec les flores jurassiques de l'Inde qu'avec celles d'Europe. De la flore du continent gondwanien la végétation de l'Oaxaca peut avoir hérité certaines plantes (*Nœggerathiopsis, Glossopteris*). Relativement aux *Glossopteris* M. Wieland (1) lui-même réclame de nouveaux documents pour se prononcer définitivement sur l'attribution générique des quelques empreintes rapportées soit au *Glossopteris ? linearis* Mc. Coy du Trias supérieur de Newcastle (Australie) soit au *Glossopteris mexicana* nov. sp., qui offre des traits de ressemblance avec le *Gloss. indica* de la flore rhétienne du Tonkin. M. Wieland ne considère pas comme fondée l'hypothèse d'une terre gondwanienne équatoriale qui aurait été le centre d'apparition et de dissémination des plantes à l'époque où se développait la flore de l'Oaxaca. Il croit mieux étayée l'hypothèse qui admet des centres distincts (Nord et Sud) d'origine. La flore liasique du Mexique, dans son ensemble, tout en comprenant des espèces ou variétés locales, offre selon lui un faciès septentrional plutôt qu'un faciès méridional ou équatorial. Notons cependant à ce point de vue l'absence de *Ginkgoales* ; caractère négatif, il est vrai, mais qui dans l'état actuel de la science est commun à la flore de la Mixteca Alta et à la flore de Graham, mais non plus désormais à la flore du Gondwana supérieur de l'Inde ; des études récentes de révision entreprises par MM. Seward et Sahni ont en effet démontré l'existence du *Ginkgoites crassipes* Feist. dans l'Inde (2). De plus les formes à grandes frondes de *Pterophyllum* et de *Tæniopteris*, caractéristiques du Rajmahal indien, n'ont pas été observées dans la flore de la Mixteca, mais se trouvent dans la flore, supposée d'âge médiojurassique, de l'Orégon et de Californie. Il y a là des faits intéressants ; leur explication ne pourra être tentée que plus tard, quand les relations des flores jurassiques entre elles seront mieux connues.

D'autres contributions à l'étude de la flore jurassique du Mexique sont dues à M. Diaz Lozano (3), qui a publié un mémoire sur des

(1) Wieland, *op. cit.* p. 134

(2) *Op. cit. Palæont. Indica*, VII, 1, 1920, p. 34.

(3) Enrique Diaz Lozano : Descripcion de unas plantas liasicas de Huayacocotla, Ver-Algunas plantas de la flora liasica de Huauchinango Pue (*Boletin del Instituto Geolog. de Mexico*, N. 34, 18 pages, 9 planches, 1916).

plantes liasiques de Huayacocotla (Vera-Cruz) et de Huauchinango (état de Pue).

M. Lozano décrit et figure des folioles ou frondes de *Cycadophytes*, trouvés aux environs de Huayacocotla, sur les rives escarpées du rio de Vinazco. Les empreintes les plus abondantes sont celles du genre *Ptilophyllum* (*P. acutifolium* var. *maximum*) et d'*Otozamites*. Relevons la présence de l'*Otozamites molinianus* du lias d'Europe, de l'*Otozamites hespera* Wieland et de plusieurs espèces ou variétés communes à cette flore du Vera-Cruz et à celle de l'Oaxaca, étudiée par M. Wieland. Des gisements de Huauchinango, Pue, M. Lozano ne signale que des débris d'*Otozamites* et probablement d'un Conifère de genre *Cheirolepis*.

Australie. — La série de Walloon du Queensland qui s'étend, d'après M. Walkom (1), du Jurassique inférieur au Bajocien, a pour équivalents dans la Nouvelle Galles du Sud les *Talbragar beds*, l'*Artesian series*, la *Clarence series*. Dans les couches de Talbragar M. Walkom cite des *Thinnfeldia*, dont le *Th. odontopteroides*, le *Tæniopteris Daintreei* Mc Coy (2), espèce que M. Seward a reconnue dans la flore jurassique de Victoria et N. Arber dans des formations d'âge rhétien ou infrajurassique de Nouvelle-Zélande. Le *Th. odontopteroides*, le *T. Daintreei* sont également signalés dans les deux autres séries avec le *Cladophlebis australis* (*Clarence*) ou des empreintes de *Baiera* (*Artesian series*).

Dans la série de Walloon du Queensland on a souvent trouvé des bois silicifiés. M. Sahni qui en a entrepris l'étude (3) a reconnu au Queensland l'existence de quelques espèces d'*Osmundites*, antérieurement signalées dans le Jurassique de la Nouvelle-Zélande par M. Kidston et Gwynne-Vaughan, et de plusieurs bois de Conifères : *Cupressinoxylon*, *Cedroxylon*, *Mesembrioxylon*.

Nouvelle-Zélande. — On a déjà eu l'occasion de signaler le mémoire de N. Arber (4) sur les flores mésozoïques les plus anciennes

(1) Walkom : Flora lower Mesozoic N. S. Wales (*Proc. Linn. Soc. N. S. Wales*, 1918, I, p. 86).

(2) Tout récemment M. Seward fait rentrer le *T. Daintreei* dans la synonymie du *T. spathulata* Mc Clelland.

(3) B. Sahni : Petrified plant remains from the Queensland mesozoic and tertiary formations (*Queensland Geol. Surv.* N° 267, 40 pages, 5 pl. ; 1919-1920).

(4) E. A. Newell Arber : *op. cit.* (*New-Zealand Geol. Surv., Palaeont. Bull.* n° 6, pp. 12-15 ; 1917).

de Nouvelle-Zélande. Ce savant inclinait à ranger dans le Jurassique inférieur les flores de Mokoia et des Mataura Falls (Southland). La flore des Mataura Falls a des espèces communes avec le groupe des Rajmahal Hills de l'Inde : *Tæniopteris crassinervis* Feist. *Microphyllopteris pectinata* Hect. ; d'autre part elle comprend le *Pagiophyllum peregrinum* du Lias. De même la flore de Mokoia offre un mélange d'espèces du médio ou du suprajurassique et d'autres à affinités infrajurassiques ou peut-être rhétiennes.

c. *Médiojurassique.*

Angleterre. — M. Seward, à qui l'on doit l'étude critique des principaux types qui constituent la riche flore médiojurassique du Yorkshire (1), a donné en quelques pages les caractéristiques de cette flore (2). Il fait observer que, parmi les Fougères, les genres *Laccopteris* et *Matonidium* sont apparentés aux *Matoniacées* actuelles, représentées dans l'Archipel malais par deux espèces ; aux *Cyathéacées*, qui sont des fougères tropicales ou subtropicales, se rattache le *Coniopteris hymenophylloides* ; aux Schizéacées, le *Kluckia exilis*. L'abondance des Fougères, des Cycadophytes, le développement de certains types de Conifères et de Ginkgoales caractérisent cette flore de la *Lower Estuarine series* de l'Est Yorkshire.

Aux Gymnospermes et aux Fougères il faut joindre l'*Equisetites columnaris*, dont M. Halle (3) a observé les rhizomes *in situ* dans des couches gréseuses, contenant par places de nombreuses racines ou les tiges dressées du même *Equisetites*.

Miss Holden (4) a décrit des bois de Conifères provenant de l'*Oolite* de Whitby et de Scarborough.

M. Hamshaw Thomas a fait paraître, de 1911 à 1915, plusieurs notes, dans les *Proceedings of the Cambridge philosophical Society*, sur diverses plantes du Bathonien du Yorkshire ; sur des fougères :

(1) A. C. Seward : The Jurassic Flora. I. The Yorkshire coast (*Catalogue of the Mesozoic plants, British Museum*, 1900).

(2) A. C. Seward : The Jurassic flora of Yorskshire (*The Naturalist*, 1911, pp 1-8 ; 85-94 ; pl. V and VI).

(3) T. G. Halle : Upright Equisetites stems in the Oolitic sandstone in Yorkshire (*Geological Magazine*, N. S. Déc. V ; X, pp. 3-7, 1913) — Cf. Percy Kendall (*Ibid.* pp. 7-9, 1913).

(4) Ruth Holden : Jurassic coniferous woods from Yorkshire (*Annals of Botany*, XXVII, p. 535, 536, 539-543 ; 1913).

g. *Coniopteris*, g. *Eboracia* n. g., g. *Stachypteris*; sur un nouveau genre de Ginkgoinée, g. *Eretmophyllum;* et sur un spécimen de fructification mâle du *Williamsonia gigas* (Lindl. et Hutton).

Le même auteur a décrit (1) une flore trouvée au niveau de la *Lower Estuarine series* du gisement de Marske, district de Cleveland (Yorkshire). Les fossiles de la carrière de Marske ont été en grande partie recueillis par le M. G. John Lane (2). La flore est riche de 31 espèces, dont 8 Filicinées et 21 Gymnospermes; plusieurs espèces sont nouvelles pour le Yorkshire et l'Angleterre. La flore diffère beaucoup de celles qu'on a découvertes depuis longtemps plus au Sud, entre Whitby et Filey. Certaines espèces sont spéciales à Marske : *Marattiopsis anglica*, *Dictyozamites hawelli*, *Pseudoctenis lanei;* une empreinte de *Baiera* rappelle bien le *B. longifolia* (Pomel) décrit par Heer et provenant de Sibérie. Ce *Baiera*, les *Ptilophyllum (Williamsonia)* du type *Pt. pecten*, le *Tæniopteris vittata*, le *Coniopteris hymenophylloides* sont parmi les espèces les plus fréquentes. Le *Sagenopteris Phillipsi* est par places abondant. Les genres *Todites*, *Dictyophyllum*, *Laccopteris* paraissent rares. M. Thomas fait observer dans ses conclusions que le *Dictyozamites hawelli* est apparenté au *D. johnstrupi* du Jurassique inférieur et peut-être du Rhétien de Bornholm; d'autre part le *Marattiopsis* de Marske offre des affinités avec le *M. hœrensis* de Hoer en Scanie. L'auteur conclut cependant que dans l'ensemble la flore est médio-jurassique.

(A suivre.)

(1) H. Hamshaw Thomas : The fossil flora of the Cleveland district *(Quart. Journ. Geol. Soc.*, LXIX, pp. 223-251, pls. XXIII-XXVI, 1913).

(2) G. J. Lane : Jurassic plants from the Cleveland Hills *(Proc. Cleveland Nat. Field-Club,* II, pt. 3, p. 172, 1909. — Notes on the jurassic flora of Cleveland *(Ibid.* II, pt. 4, p. 205, 1910). — Lane and Saunders in *The Naturalist*, 1909, p. 81; 1910, p. 15.

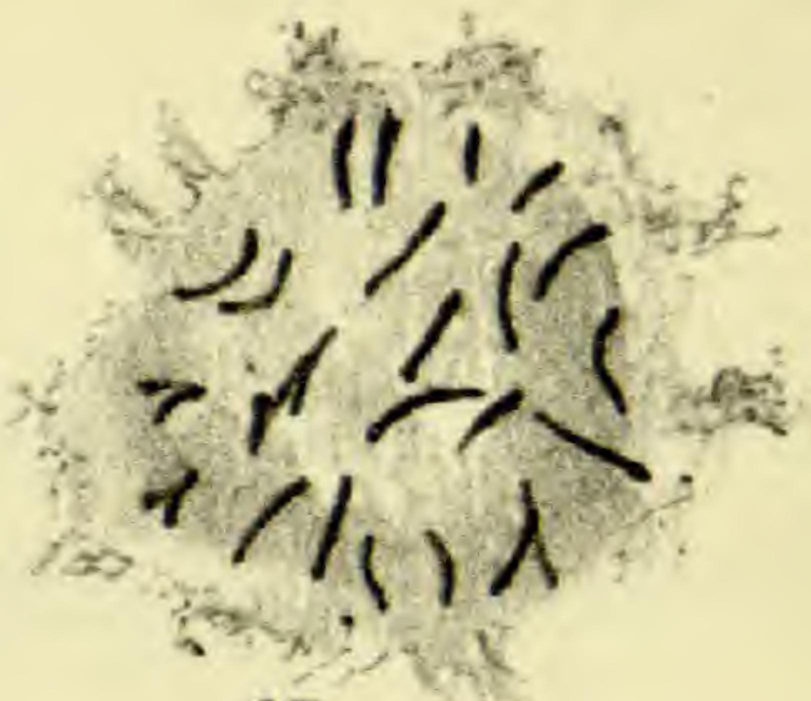
Nemours. — Imp. André Lesot. *Le Gerant :* Emile Michaudon.

R. de Litardière ad nat. del.

Spinacia oleracea
(Cinèse somatique).

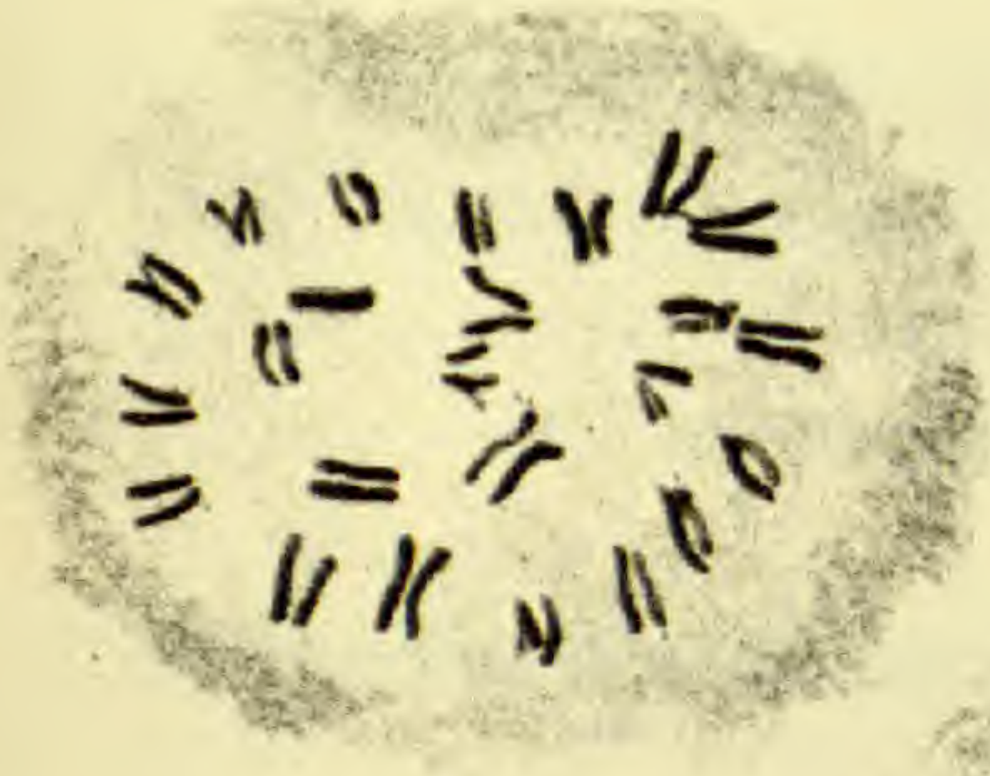
25

26

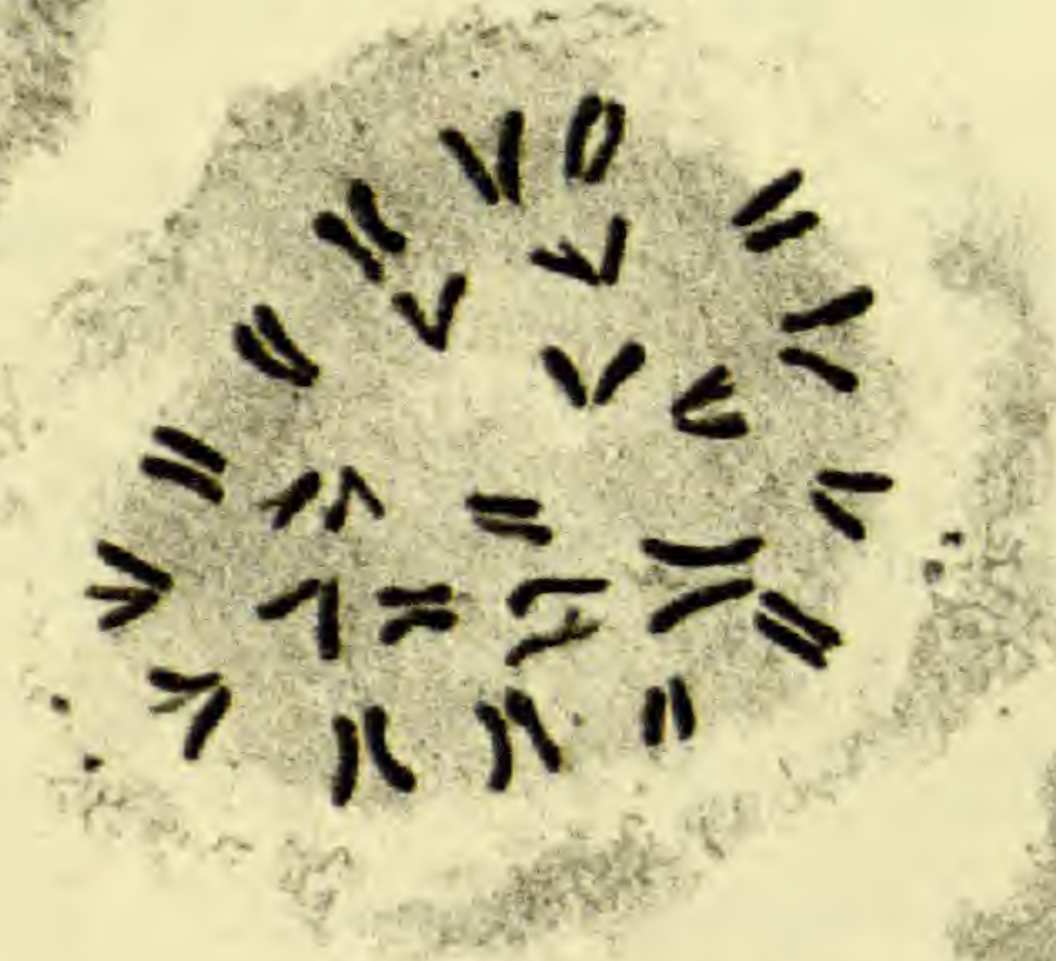

27

28

29


30

32


31

33

34

R. de Litardière *ad nat. del.*

Spinacia oleracea
(Cinèse somatique).

INAUGURATION
AU
LABORATOIRE DE BIOLOGIE VÉGÉTALE DE FONTAINEBLEAU D'UNE PLAQUE RAPPELANT SA FONDATION EN 1889 PAR GASTON BONNIER

Le 14 juin 1923 les parents et les amis de Gaston Bonnier se sont réunis au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau pour assister à l'inauguration d'une plaque de marbre apposée à l'entrée de ce Laboratoire et rappelant que sa création est due à Gaston Bonnier qui l'a dirigé jusqu'à sa mort. Le texte de cette plaque est le suivant :

Ce Laboratoire fondé par
Gaston Bonnier
a été inauguré en septembre 1890
par Sadi Carnot
Président de la République
L. Liard étant Directeur de l'Enseignement Supérieur
L. Daubrée étant Directeur des Eaux et Forêts

Au cours d'une cérémonie tout intime ont été prononcées les deux allocutions suivantes.

ALLOCUTION DE M. MARIN MOLLIARD,

Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris

Mesdames, Messieurs,

Les élèves, les amis de Gaston Bonnier ont tenu, avant que ce laboratoire ne reprit entièrement son activité annuelle, à perpétuer d'une manière modeste, mais durable, la mémoire de celui qui l'a fondé et dirigé durant 33 ans.

La création de cette station marque une date des plus importantes dans l'évolution des recherches botaniques en France. Pendant une longue période la science des végétaux se réduisait à l'étude de leurs caractères de forme et ceux-ci étaient surtout envisagés dans la mesure où ils pouvaient servir à la classification ; la préoccupation dominante des botanistes était de dresser un inventaire aussi complet que possible des richesses végétales et d'en établir un classement aussi commode et aussi logique que possible. C'est à ces premières préoccupations que correspond le portrait classique du botaniste qui n'a pas encore eu le temps de se modifier sensiblement dans l'esprit populaire ; combien de fois l'a-t-on représenté avec sa boîte verte sur le dos, allant à la recherche d'une plante rare, enfermant celle-ci dans l'étrange ustensile, puis de retour au logis aplatissant le pauvre végétal entre deux lits de papier buvard, fixant le cadavre une fois desséché sur une feuille de papier bulle à l'aide de bandes gommées appropriées, enfin, dernier outrage, apposant une étiquette qui rappelle en latin le nom sous lequel il convient que l'échantillon soit conservé.

Je me hâte de dire que je ne m'associe en aucune façon au ridicule qu'implique ce portrait classique et il ne s'agit pas le moins du monde dans ma pensée de diminuer en quoi que ce soit l'importance des recherches systématiques ; elles constituent un stade nécessaire de l'évolution de la science ; il faut connaître les plantes, être familiarisé avec leurs caractères, pour pouvoir pénétrer plus avant dans leur étude ; ce que nous devons du moins reconnaître c'est que la classification n'est pas une fin, qu'elle ne saurait être qu'un moyen et que nous ne pouvons aborder le problème même de la vie que par d'autres voies.

C'est ce que G. Bonnier avait profondément senti lorsqu'en

1887, à l'âge de 34 ans, il fut appelé à occuper à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris la chaire magistrale de Botanique; le laboratoire correspondant était constitué dans la vieille Sorbonne par de petites salles où la lumière ne pénétrait que parcimonieusement; le service ne disposait pas de la moindre parcelle de terrain et nous sommes obligés de constater que rien à cet égard n'est changé dans les laboratoires plus vastes et plus luxueux de la nouvelle Sorbonne; les seules recherches qu'on puisse faire dans de telles installations doivent porter de toute nécessité soit sur des échantillons, conservés en herbier, soit, lorsqu'il s'agit d'investigations d'ordre anatomique, sur des matériaux conservés dans des liquides fixateurs; mais de toute façon les études se trouvent limitées à des plantes mortes; c'est sur des cadavres qu'on étudie la vie.

G. Bonnier trouvait donc à la Sorbonne des moyens de travail inférieurs à ceux qu'il avait su réaliser de toutes pièces à l'Ecole Normale Supérieure, où il avait été successivement agrégé-préparateur et Maître de Conférences; là du moins les modestes laboratoires de la rue Rataud donnaient sur un jardin où il était possible de cultiver les plantes nécessaires à des recherches d'ordre physiologique; ce qu'il avait créé à l'Ecole Normale, Bonnier résolut de suite de l'organiser avec plus d'ampleur pour la Sorbonne; il rêva d'un laboratoire annexe où il fût possible de vivre au milieu de la vie, et de se livrer dans le calme à des études biologiques, impliquant des observations sur le vif, des cultures, des expériences : ce rêve, qui a pris naissance en 1887, l'activité de G. Bonnier a permis qu'il fût réalisé deux ans après sous la forme de ce laboratoire : pour celui qui est un peu initié aux affaires administratives et à leurs lenteurs (le hasard a fait que c'est devenu mon cas), qu'en ce court laps de temps G. Bonnier ait pu obtenir l'assentiment à son projet de trois ministères, celui de l'Instruction publique, puisqu'il s'agissait d'une annexe à un laboratoire d'enseignement supérieur, celui de l'Agriculture, puisqu'il fallait obtenir la cession d'une parcelle de cette belle forêt, celui des Finances puisqu'en définitive il y avait un crédit à obtenir, que les plans aient pu être établis et qu'enfin le laboratoire ait pu être édifié et prêt à fonctionner, cela tient vraiment du prodige; mais le fait s'explique à la réflexion par l'ardeur que possédait G. Bonnier à faire aboutir ce qu'il croyait utile, par la

profonde conviction qui le possédait et qu'il savait communiquer aux autres, et, nous devons aussi le rappeler, par les appuis qu'il trouva, pour la réalisation de son projet si séduisant, auprès de Liard, alors Directeur de l'Enseignement Supérieur, de M. Tisserand, Directeur de l'Agriculture et de Daubrée, Directeur des Forêts.

En 1890 le Laboratoire était inauguré par le Président Carnot et ouvert aux travailleurs; à la vérité il ne comprenait alors que le corps principal de l'aile droite et ce n'est en 1899 que fut édifiée l'aile gauche, ce qui a permis d'augmenter le nombre des chambres où les travailleurs trouvent une hospitalité d'ailleurs toute monacale; la construction d'un laboratoire spécialement destiné aux recherches physiologiques et celle d'une installation photographique complétèrent enfin ce précieux instrument de travail.

Si je devais faire l'histoire complète des travaux qui ont été réalisés dans ce cadre silencieux, loin des occupations multiples et des distractions de la ville, je serais amené à parler des progrès de la Botanique au cours de ces 30 dernières années dans tous les domaines, mais surtout dans la voie physiologique; il nous faudrait parcourir ensemble la plupart des mémoires insérés dans la *Revue générale de Botanique*, périodique fondé par G. Bonnier en même temps que ce laboratoire; nous verrions ainsi quelle a été l'activité de cette station où s'est en particulier développé un nouveau et important chapitre de la science, celui de la morphologie expérimentale.

Mais ce que je tiens surtout à évoquer aujourd'hui c'est le souvenir du Maître à qui nous devons la création de ce Laboratoire; dès la belle saison il aimait à fuir Paris pour trouver ici le calme de la forêt, il venait diriger les travaux de ses élèves qui se rappellent tous avec émotion la sollicitude et la simplicité qui présidaient aux entretiens portant sur leurs expériences et sur leurs projets scientifiques; tous se plaisent à se rappeler les délicieuses conversations sous le chaume, dans les bois, autour des ruches installées par son cousin et son collaborateur G. de Layens.

Dès le début de sa fondation, le Laboratoire fut fréquenté par un grand nombre de travailleurs, qui n'ont pas seulement profité des conseils du Maître, mais qui ont été tout naturellement amenés à s'entraider les uns les autres et à s'intéresser aux recherches qui

s'effectuaient à leurs côtés. Toutes nos Universités comptent des botanistes qui ont profité de cette installation, la première réalisée en France, et il n'est pas de pays étranger qui n'y ait envoyé quelqu'un des siens.

Rien n'a permis aussi bien de se rendre compte des services qu'a rendus à la science ce Laboratoire, pourtant modeste, que la réunion qui eut lieu en Juin 1914 et dans laquelle les nombreux élèves de G. Bonnier fêtèrent les noces d'argent de sa fondation. Dans cette réunion qui fut si cordiale s'est manifesté d'une façon touchante l'attachement de ses nombreux élèves pour le Maître dont la simplicité, la bienveillance, la bonté avaient su faire autant d'amis; la remise à cette occasion d'un volume de mémoires inédits de biologie a constitué le meilleur hommage et le plus significatif qui pouvait être rendu à celui que nous espérions conserver encore de longues années.

Et maintenant qu'il nous a quittés, que cette modeste plaque matérialise du moins le souvenir reconnaissant de tous ceux qui ont eu le bonheur de profiter des moyens de travail créés par G. Bonnier. M. l'Inspecteur des forêts Fossier a bien voulu en outre donner au chemin qui longe à son début le Laboratoire et qui conduit jusqu'au pont de Bourgogne le nom de notre vénéré Maître; nous lui en exprimons notre gratitude; nulle marque de reconnaissance n'eut été plus douce à celui dont nous déplorons la perte.

Celui qui assume à sa suite la direction du Laboratoire n'aura pour remplir sa tâche comme il convient qu'à évoquer le souvenir de celui dont il fut l'élève et l'ami; mais du reste le fondateur de ce Laboratoire n'a pas complètement disparu et il m'est doux de trouver à mes côtés celui qui a été dès le premier jour son collaborateur de tous les instants et a contribué à assurer la prospérité de cette station botanique; ce n'est que justice de rappeler aujourd'hui la part qui revient à M. Dufour dans le rôle joué par le Laboratoire au cours de cette longue période ; que sa modestie veuille bien me pardonner de l'associer aujourd'hui au souvenir de notre Maître commun.

Je manquerais également à mes devoirs si je ne rappelais pas ici l'intérêt qu'ont porté à la création et au développement du Laboratoire de Biologie végétale le département de Seine-et-Marne et la ville de Fontainebleau qui n'ont cessé de soutenir d'une façon effec-

tive cet organisme scientifique; je suis heureux de les remercier en la personne de M. le Sous-Préfet de MM. les représentants du Conseil Général de Seine-et-Marne et de la Municipalité de Fontainebleau; l'Administration des forêts a de même témoigné l'intérêt le plus bienveillant à la direction du Laboratoire ; qu'elle veuille bien recevoir ici l'expression de ma reconnaissance ; enfin depuis plusieurs années l'Office des recherches agricoles subventionne le Laboratoire ; son directeur, M. Roux, a parfaitement compris que les progrès qui doivent être réalisés en agriculture dépendent des progrès de la science pure; c'est de recherches désintéressées que nous devons attendre dans toutes les branches le développement des applications. Nous ferons notre possible pour que ces marques d'intérêt continuent à être justifiées dans la plus large mesure.

Mesdames, Messieurs, je remercie tous ceux qui ont bien voulu répondre aujourd'hui à notre appel, qui ont tenu à venir témoigner leur reconnaissance, leur sympathie, leur amitié au fondateur de ce Laboratoire; que ce soit pour vous, Madame, un réconfort dans votre douleur, que de sentir que celui que vous pleurez est pleuré par tous ceux qui l'ont connu, que son souvenir vivra par les travaux qu'il a laissés et par ceux qu'il a suscités; son nom comme celui de votre cher père, sera transmis aux générations à venir; de tels savants ne meurent pas.

ALLOCUTION DE M. LUBIMENKO

Professeur à l'Université de Pétrograd

MONSIEUR LE DOYEN, MESDAMES, MESSIEURS,

Le laboratoire de Biologie végétale créé par Gaston Bonnier est devenu depuis longtemps une annexe de la chaire de Botanique de la Sorbonne et un foyer d'activité scientifique non seulement pour les jeunes savants de France, mais encore pour ceux de presque tous les pays d'Europe.

Quelle a été la cause de cette transformation inattendue ?

C'est que Gaston Bonnier, dont nous honorons aujourd'hui la mémoire, appartient au petit nombre de savants, qui ont contribué par leurs recherches à fonder la science internationale. Le nom de Bonnier est connu partout où existe un enseignement de botanique

secondaire ou supérieur. Et c'est pourquoi les jeunes savants ont été attirés de tous les pays vers Fontainebleau où, sous la direction d'un grand Maître, s'est créée une vraie école scientifique internationale. Je ne suis qu'un modeste membre de cette école, mais les années que j'ai passées en France à titre d'élève de Bonnier, ont été pour moi, comme pour tant d'autres, les plus heureuses années de ma vie scientifique.

La raison en est très simple : tous ceux qui ont travaillé chez ce Maître incomparable ont trouvé en lui non seulement un esprit créateur leur ouvrant de nouveaux horizons scientifiques, mais un grand cœur, une bonté et une tendresse presque paternelles.

Il est mort, hélas ! mais pour nous, ses élèves, Il restera toujours vivant ; et chaque fois que l'un de nous reviendra dans ce Laboratoire, le Maître, resté cher à son esprit et à son cœur, revivra dans sa pensée.

Je suis donc fermement persuadé que tous les élèves étrangers de Gaston Bonnier dispersés dans les divers pays du monde se joindront de loin à moi pour dire :

Nous souhaitons au beau pays de France un avenir toujours glorieux. Qu'il reste pour les siècles à venir le centre de la science internationale et la patrie de grands savants tel que notre cher Maître regretté ; que le Laboratoire créé par lui prospère et garde à jamais le souvenir vivant de celui qui lui a légué une petite partie de sa grande âme.

DANS LE MONDE DES PLANTES VASCULAIRES LE TYPE UNICOTYLÉ SERAIT EN VOIE D'ACQUÉRIR LA PRÉPONDÉRANCE

par M. Gustave CHAUVEAUD

La constitution élémentaire typique des plantes vasculaires.

La constitution des plantes vasculaires est réalisée ainsi que nous l'avons montré (1) par la formation répétée de plantules élémentaires qui représentent autant d'unités fondamentales. Chacune de ces plantules peut comprendre deux parties distinctes : l'une supérieure ayant l'aspect foliaire; l'autre inférieure ayant l'aspect radiculaire. Nous avons donné à la première le nom de *phylle*, à la deuxième le nom de *rhize* et à leur ensemble le nom de *phyllorhize*

La première phyllorhize est produite par le massif cellulaire issu de l'œuf ou massif initial. En se développant, elle reste fixée par une portion de sa surface interne au massif initial qui lui a donné naissance, de sorte qu'elle le soulève plus ou moins haut, à mesure que la base de sa phylle subit un allongement plus ou moins grand. Cela permet de distinguer dans la phylle une portion basilaire ou *caule* située au-dessous du massif initial et une portion terminale ou *feuille* située au-dessus.

A la fin du premier stade, le massif initial placé à la face interne de la phylle sous forme d'un petit mamelon donne naissance, du côté opposé, à une deuxième phyllorhize. En allongeant sa caule, cette nouvelle phyllorhize soulève à son tour le massif initial qui se trouve bientôt situé à la face interne de la deuxième phylle, comme

(1) La constitution des plantes vasculaires révélée par leur évolution. Payot. Paris.

il était précédemment a la face interne de la première. Il produit ensuite une troisième phyllorhize, et ainsi de suite.

Chaque phyllorhize est reliée à la précédente par sa caule et l'ensemble des caules ainsi reliées entre elles correspond à cette partie de la plante qu'on appelle ordinairement la tige.

La formation des premières phyllorhizes est successive ou simultanée et correspond soit au type unicotylé, soit au type pluricotylé.

Tantôt le massif initial produit en premier lieu une seule phyllorhize, ainsi que nous venons de l'indiquer et la plante possède une seule feuille primitive ou un seul cotylédon. Tantôt le massif initial produit en premier lieu deux ou plusieurs phyllorhizes et la plante possède deux ou plusieurs cotylédons. Il convient donc de distinguer dans les plantes vasculaires un type *unicotylé* et un type *pluricotylé.*

Dans le type unicotylé, la deuxième phyllorhize apparait un certain temps après la première et à un niveau plus élevé; la troisième apparait après la deuxième, etc. Dans ce type, les premières phyllorhizes sont donc séparées dans le temps et dans l'espace, ce qui revient à dire que leur production est *successive.*

Dans le type pluricotylé, au contraire, les premières phyllorhizes ne sont séparées ni dans le temps ni dans l'espace. Elles apparaissent au même moment et au même niveau, ce qui revient à dire que leur production est *simultanée.*

Dans le type unicotylé, le massif initial toujours latéral par rapport à sa dernière feuille acquiert graduellement l'apparence d'un bourgeon terminal.

Dans le type unicotylé, le massif initial acquiert d'abord l'aspect d'un bourgeon latéral par rapport à la feuille à la base de laquelle il se montre sous forme d'un petit mamelon plus ou moins saillant. Dans la suite, il aura toujours cette même situation par rapport à chacune des feuilles nouvelles auxquelles il aura donné naissance. Seulement, à mesure que ces feuilles apparaissent, l'accélération et la condensation du développement deviennent plus grandes, et il se forme, pendant le même temps, un plus grand nombre de phyllorhizes. Quand l'accélération et la condensation se manifestent pleinement, un certain nombre de phyllorhizes prennent naissance

à des époques très rapprochées et à des niveaux peu différents du massif initial qui a acquis lui-même une modification en rapport avec cette production accélérée et condensée.

Il comprend alors un certain nombre de portions dont chacune a produit une phyllorhize et représente par rapport à cette phyllorhize le bourgeon latéral placé à la base interne de sa feuille. La portion qui vient de produire la dernière phyllorhize est elle-même située à la face interne de la dernière feuille et représente par rapport à cette feuille son bourgeon latéral. Mais, l'ensemble des portions ainsi définies, envisagé par rapport à l'ensemble des feuilles qui lui correspond, paraît avoir une position centrale et présente l'aspect caractéristique du bourgeon terminal. Or, cet aspect a été réalisé graduellement, souvent même à un stade relativement tardif.

Dans le type pluricotylé, le massif initial, toujours latéral par rapport à sa dernière feuille, acquiert immédiatement l'aspect d'un bourgeon terminal.

Dans le type pluricotylé, les premières phyllorhizes ne sont séparées ni dans le temps, ni dans l'espace, de sorte que l'accélération et la condensation du développement se manifestent dès le début. Le massif initial qui leur donne naissance comprend autant de portions qu'il produit de phyllorhizes simultanées et chacune de ces portions représente un bourgeon latéral par rapport à la feuille qui lui correspond. Il doit en résulter que le massif lui-même, considéré par rapport à l'ensemble des feuilles ainsi produites, occupe une situation centrale et représente par conséquent dès maintenant le bourgeon terminal. C'est en effet, ce qui a lieu, comme on peut le constater en examinant le sommet d'une jeune plantule de Dicotylédone ou de Conifère.

Ainsi, par le fait que la formation des premières phyllorizes est simultanée, le massif cellulaire issu de l'œuf acquiert immédiatement l'apparence d'un bourgeon terminal.

Dans le type unicotylé, la radicule opposée à une seule phylle représente une rhize. Cette rhize a un accroissement et une durée en rapport avec l'accroissement et la durée de la première caule.

Dans le type unicotylé, la radicule est opposée à une seule phylle. Elle représente une rhize. Parfois, la deuxième phylle est égale-

ment pourvue de rhize et il en est ainsi des phylles suivantes ; c'est-à-dire que toutes les phylles sont complètes, comme on le voit dans un *Ophioglossum* ou un *Isoetes*.

Dans ce cas, chaque rhize correspond à une phylle et possède un accroissement et une durée en rapport avec l'accroissement et la durée de cette dernière.

Mais souvent une phylle est dépourvue de sa rhize. Elle est alors alimentée par la rhize précédente au moyen du faisceau intercaulaire qui relie l'un à l'autre les deux systèmes conducteurs élémentaires voisins. Si la phylle suivante est également dépourvue de rhize, elle est alimentée de la même manière et il en est ainsi pour les phylles successives dépourvues de rhize qui sont reliées de proche en proche par leurs faisceaux intercaulaires à la même rhize.

Quand le nombre de ces phylles successives est élevé, la rhize qui les alimente offre une épaisseur plus considérable, son développement se montrant d'autant plus grand qu'elle subvient aux besoins d'un plus grand nombre de phylles et elle ressemble alors à une véritable racine. Son épaississement est produit par la multiplication des systèmes conducteurs élémentaires que nous appelons des convergents. Ces convergents peuvent en effet devenir très nombreux, comme on le voit dans les Palmiers, mais chacun d'eux ne possédant qu'un épaississemement restreint (1), la rhize n'acquiert elle-même qu'un diamètre relativement limité et ne peut alimenter par suite qu'un nombre pareillement limité de phylles. Aussi voit-on apparaître une rhize nouvelle qui subvient aux besoins des phylles suivantes. C'est pourquoi la rhize primitive du type unicotylé est suivie par d'autres rhizes dont le nombre variable d'ailleurs suivant les plantes est d'autant plus grand que le type unicotylé se montre réalisé de façon plus parfaite.

Cette rhize primitive disparaît en général avec la portion basilaire de la tige, tandis que le reste de la plante achève son développement. Ce développement peut se poursuivre ensuite indéfiniment, donnant naissance à des parties nouvelles à mesure que les parties

(1) Quelques plantes du type unicotylé peuvent présenter un épaississement secondaire considérable, mais leur épaississement a son siège en dehors des convergents, comme on peut le constater dans les *Dracaena*. Voir notamment A. Dauphiné. *Sur la valeur des formations libéro-ligneuses supplémentaires chez certaines Monocotylédones*. (Ann. des Sc. nat. Bot., 9e série, t. XX).

anciennes disparaissent. Ces parties nouvelles sont susceptibles de vivre séparément après destruction des parties qui primitivement les unissaient et constituent autant de souches nouvelles qui donnent naissance à leur tour à d'autres souches et ainsi de suite.

Dans le type pluricotylé, la radicule opposée aux premières phylles devient la racine. Cette racine représente l'ensemble des rhizes, comme la tige représente l'ensemble des caules. Son accroissement et sa durée sont en rapport avec l'accroissement et la durée de la tige entière.

Dans le type pluricotylé, toutes les phylles supracotylées peuvent être dépourvues de rhize, comme on le voit dans un *Abies* ou dans un *Fagus*. Dans ce cas, il existe un balancement compensateur qui permet à la plante de continuer son développement, ainsi que nous allons en juger.

Dès que le type pluricotylé se développe, on voit apparaître simultanément plusieurs cotylédons représentant autant de feuilles qui surmontent autant de caules fusionnées constituant ensemble l'hypocotyle ; tandis que leurs rhizes pareillement fusionnées constituent la racine. En effet, cette racine montre souvent autant de convergents qu'il y a de cotylédons. Ainsi, dans une Dicotylédone telle que l'*Iberis*, la racine possède deux convergents ; dans un *Pinus* à cinq cotylédons, la racine peut posséder cinq convergents. En outre, ces convergents sont continués de la racine dans l'hypocotyle, de telle sorte que cet hypocotyle possède lui-même autant de convergents qu'il entre de caules dans sa constitution. Par conséquent, dans ces cas, la racine représente exactement le nombre des rhizes cotylédonaires et l'hypocotyle représente exactement le même nombre de caules.

Poursuivant son développement, le type pluricotylé montre de nouvelles phylles comprenant encore une partie terminale libre représentant une feuille et une partie basilaire fusionnée représentant la caule qui correspond à une portion de la tige faisant suite à l'hypocotyle. Mais ces phylles supracotylées se montrent dépourvues de rhizes et sont alimentées par la racine commune à l'aide d'un procédé qui compense l'absence des rhizes de la manière suivante.

A chaque phylle nouvelle, une différenciation d'éléments conducteurs nouveaux se produit dans la racine, aussi bien que dans la

tige, établissant une continuité avec le système conducteur de la phylle elle-même. Le système conducteur des deuxièmes phylles et des phylles suivantes est constitué, ainsi que nous l'avons établi (1), par des éléments superposés et la différenciation qui leur correspond dans la racine et dans la tige est également superposée. Cette différenciation peut se répéter indéfiniment, car la zone génératrice de chaque convergent produit indéfiniment de nouveaux éléments superposés. Cette zone peut aussi s'étendre de part et d'autre, de façon à atteindre la zone du convergent voisin, réalisant ainsi un cercle complet. Ce cercle épaissit graduellement les formations secondaires aussi bien dans la racine que dans la tige, de sorte que l'une et l'autre acquièrent un diamètre souvent considérable. Cette racine présente donc avec la rhize une différence très grande.

Dans le type pluricotylé, la racine est parfois suivie de racines adventives et son accroissement ainsi que sa durée sont alors en rapport avec l'accroissement et la durée de la portion basilaire de tige qui lui correspond.

D'autres plantes de ce même type possèdent des rhizes supracotylées, ainsi qu'on le voit dans le Lierre (*Hederacea*) ou le Fraisier (*Fragaria*). Ces rhizes auxquelles on donne le nom de racines adventives correspondent tantôt à un grand nombre de phylles, tantôt à un petit nombre ou à une seule, tantôt même à une portion de phylle. Elles présentent en conséquence, d'après leur développement un aspect comparable tantôt à une grosse racine, tantôt à une racine grêle ou même à une simple rhize.

D'autre part, ainsi que nous l'avons déjà dit à propos du type unicotylé, la rhize peut également correspondre à un nombre plus ou moins élevé de phylles et acquérir, par suite, l'aspect d'une racine.

Il existe donc entre les deux formes extrêmes de la rhize et de la racine de nombreuses formes intermédiaires. Il nous paraît néanmoins fâcheux de confondre, comme on l'a fait jusqu'ici, sous le même nom de racine, des formations aussi différentes que la rhize d'un *Ophioglossum* ou d'un *Isoetes* et la racine d'un *Iberis* ou d'un

(1) loc. cit. p. 107.

Abies. La première oorrespond en effet à une seule des phylles de la plante ; tandis que la seconde correspond à leur ensemble.

Quand le type pluricotylé possède des racines adventives, il peut arriver que la racine primitive disparaisse avec la portion basilaire de tige qui lui correspond. Suivant que cette disparition a lieu plus ou moins tardivement l'accroissement de la racine est plus ou moins grand. La partie du corps végétatif qui subsiste est alimentée désormais par ses racines adventives et elle présente avec le type unicotylé une ressemblance qui peut être très grande.

Dans le type unicotylé, la tige possède son minimum d'épaisseur à la base.

La tige présente aussi des variations qui paraissent correspondre au mode initial de formation. Dans le type unicotylé, la tige est constituée au début par une première caule qui offre soit un seul convergent, soit plusieurs convergents. Comme chaque convergent du type unicotylé ne possède qu'un développement restreint, l'épaississement de la caule primitive est lui-même restreint et par conséquent la base de la tige qui est constituée par cette première caule conserve un diamètre relativement très faible. Au-dessus, la tige comprend dans son épaisseur un nombre de caules d'autant plus grand que le développement est plus accéléré et plus condensé. Ces caules ont elles mêmes une épaisseur de plus en plus grande, en rapport avec le développement de plus en plus grand des phylles, de sorte que, pendant une période variable d'ailleurs avec la plante considérée, l'épaisseur de la tige augmente à mesure qu'on s'éloigne de sa base. La tige présente donc dans le type unicotylé la forme générale d'un cône renversé et offre son minimum d'épaisseur à la base.

Dans le type pluricotylé, la tige possède son maximum d'épaisseur à la base.

Dans le type pluricotylé, la tige est constituée au début par deux ou plusieurs caules qui n'ont souvent chacune qu'un seul convergent. Mais chaque convergent du type pluricotylé est susceptible, comme nous savons, d'un développement indéfini. En effet, toutes les phylles qui entrent dans la constitution de la plante sont reliées à la racine unique de sorte que la formation de chaque phylle

nouvelle entraîne la différenciation d'éléments nouveaux dans la base de la tige et aussi dans la base de la racine. Il en résulte que l'épaississement de ces bases s'accroît à mesure qu'augmente le nombre des phylles.

Quand on s'élève dans la tige, les éléments conducteurs qui relient les phylles à la racine se montrent de moins en moins nombreux et, par suite, l'épaississement diminue de plus en plus. Vers son sommet, la tige comprend seulement les faisceaux conducteurs qui correspondent aux dernières phylles et son épaississement se trouve très réduit. C'est pourquoi, dans le type pluricotylé, la tige présente son maximum d'épaisseur à la base et offre la forme d'un cône dressé.

Résumé des caractères distinctifs des deux types végétatifs.

D'après les faits précédents, nous distinguons dans les plantes vasculaires deux types végétatifs qui diffèrent non seulement par leur formation initiale, mais encore par un certain nombre de caractères que l'on peut résumer ainsi.

Dans le type unicotylé, le bourgeon initial devient graduellement terminal. La radicule opposée à une seule phylle est une rhize. Cette rhize a un accroissement et une durée en rapport avec l'accroissement et la durée de la portion basilaire de la tige. Cette tige offre son minimum d'épaisseur à la base. L'épaississement du convergent est toujours restreint.

Dans le type pluricotylé, le bourgeon initial devient immédiatement terminal. La radicule opposée à plusieurs phylles est une racine.

1° Cette racine a un accroissement et une durée en rapport avec l'accroissement et la durée de la tige entière. La racine représente en effet l'ensemble des rhizes, comme la tige représente l'ensemble des caules. La tige a son maximum d'épaisseur à la base. L'épaississement des convergents est indéfini.

2° Quand cette racine est suivie de racines adventives, son accroissement et sa durée sont en rapport avec l'accroissement et la durée de la portion basilaire de la tige. Après la disparition plus ou moins tardive de la racine primitive et de la partie basilaire de la tige, la portion du corps végétatif qui subsiste présente avec le type unicotylé une ressemblance plus ou moins complète.

Les deux types végétatifs unicotylé et pluricotylé ne correspondent pas à deux séries végétales différentes.

Les deux types végétatifs se distinguent facilement l'un de l'autre dès la période embryonnaire, à part quelques exemples dont la formation initiale n'est pas franchement caractérisée. Ainsi, dans certaines *Selaginella* les deux premières phyllorhizes sont séparées dans le temps et dans l'espace par un intervalle tellement réduit que leur formation se montre presque simultanée. Ces exemples permettent d'ailleurs d'établir une transition entre les plantes unicotylées dont la formation initiale est nettement successive et les plantes pluricotylées dont la formation initiale est nettement simultanée. De cette manière, les plantes vasculaires actuellement vivantes peuvent être réparties en deux grands groupes dont le premier comprend les Cryptogames et les Monocotylédones ; tandis que le second comprend les Gymnospermes et les Dicotylédones.

Ces deux grands groupes paraissent constituer deux séries qui auraient subi une évolution progressive allant des *Sélaginella* aux Phanérogames et aboutissant : la première, aux Monocotylédones ; la seconde, aux Dicotylédones. Ces deux classes représenteraient donc les deux termes de l'évolution de deux séries végétales différentes et seraient elles-mêmes, par conséquent, depuis longtemps séparées.

Cette conclusion serait en accord avec l'opinion déjà soutenue par L. Lindiger. Cet auteur ayant fait une étude spéciale de la racine des Monocotylédones (1) a été frappé de la différence qu'elle présente avec la racine des Dicotylédones et l'a interprétée en disant qu'il existe une racine-pivot chez les dernières ; tandis qu'elle manque chez les premières où elle est remplacée par un système de racines adventives. C'est pourquoi il distingue deux formes végétatives qui indiquent, d'après lui, une séparation profonde entre les Monocotylédones et les Dicotylédones.

Cependant ces deux classes possèdent, comme on sait, des organes reproducteurs qui offrent entre eux une telle similitude qu'on place depuis longtemps côte à côte les Monocotylédones et les Dicotylédones dans le même sous-embranchement. Pour

(1) *Bemerkungen zur phylogenie der Monocotylen.* (Naturwissenschaftlicher Wochenschrift, 1910).

expliquer leur similitude il faudrait donc supposer qu'elle a été acquise à la suite de phénomènes de convergence dont les deux séries auraient été le siège depuis leur séparation lointaine.

Malheureusement, cette explication n'est pas corroborée par la marche progressive de cette convergence. On ne connaît pas de plantes permettant d'établir entre les Cryptogames et les Monocotylédones la continuité indispensable pour justifier l'existence d'une série unicotylée.

Les deux types végétatifs correspondent à deux portions successives d'une même série végétale.

En présence de ce résultat négatif, nous avons fait appel à l'évolution vasculaire qui dans plusieurs cas nous a fourni de précieux renseignements L'appareil conducteur a déjà été invoqué, il est vrai, pour séparer les Monocotylédones et les Dicotylédones qui auraient : les premières des faisceaux fermés, les dernières des faisceaux ouverts. Mais ces deux sortes de faisceaux diffèrent seulement par les dernières phases de leur développement (1). Leurs caractères distinctifs sont donc réalisés tardivement, dans l'évolution ontogénique, et n'ont en conséquence qu'une faible valeur par rapport aux caractères fournis par les premières phases de cette évolution. Or, si l'on compare les premières phases du développement du convergent dans la première phyllorhize d'un Conifère, d'une Monocotylédone et d'une Dicotylédone, on constate qu'elles sont semblables et que leur succession est identique. On doit donc en conclure que ces diverses plantes possèdent dès l'origine la plus étroite parenté vasculaire.

C'est seulement la fin du développement vasculaire qui offre des différences, suivant qu'on l'observe dans l'une ou dans l'autre de ces plantes. Chez les Gymnospermes, l'évolution du convergent ne dépasse pas la phase superposée qui est généralement très développée. Chez les Dicotylédones, il en est ainsi le plus souvent ; mais dans un certain nombre de ces plantes la phase superposée se montre très réduite et l'évolution se poursuivant davantage atteint la phase suivante ou phase périphérique. Enfin, chez les Monoco-

(1) *Les Monocotylédones et les Dicotylédones possèdent le même type vasculaire* (Bull. Soc. bot. de France, 4ᵉ série, t. XIX, 1919).

tylédones la phase superposée est encore plus réduite tandis que la phase périphérique qui est la dernière phase est complétement réalisée.

Par conséquent, si l'on prend pour guide la marche de l'évolution vasculaire, on voit que les Conifères sont continuées par les Dicotylédones qui sont continuées, à leur tour, par les Monocotylédones. Et l'on arrive à cette conclusion que les deux types pluricotylé et unicotylé appartiennent non pas à deux séries végétales différentes, mais à deux portions de la même série qui se succèdent suivant l'ordre que nous venons d'indiquer.

Cette conclusion laisse donc peu d'espoir aux Botanistes qui font descendre les Dicotylédones des Monocotylédones en invoquant la dialycotylie, comme le fait Worsdell. Elle satisfait au contraire ceux qui dérivent les Monocotylédones des Dicotylédones, soit en invoquant la syncotylie avec Sargant et Arber, soit en admettant l'hétérocotylie avec Hill et de Fraine. En définitive, la succession des deux types végétatifs basée uniquement sur l'évolution du convergent concorde avec la succession déjà admise par la plupart des Auteurs qui ont basé sur les autres caractères la solution de ce problème.

Mais la série obtenue par la succession ainsi établie n'est pas complète. Elle est représentée seulement par sa partie finale et il serait certainement intéressant de pouvoir la continuer en représentant aussi sa partie initiale.

Le type végétatif de la plante vasculaire primitive sera difficile à déterminer.

Pour compléter cette série, il nous faudrait connaitre les végétaux qui ont précédé les Conifères.

Malheureusement, les plus primitifs de ces ancêtres ont pu disparaitre sans laisser des traces suffisantes de leur passage. C'est seulement, comme on sait, dans la moitié supérieure des dépôts paléozoïques que les plantes vasculaires se montrent de façon indiscutable. Elles ne semblent pas avoir été conservées auparavant. Peut-être sommes-nous devant une lacune énorme correspondant à la partie la plus primitive et par suite la plus compréhensive de la flore vasculaire.

En tout cas, parmi les plus anciennes des plantes vasculaires

que les découvertes des Paléobotanistes nous ont fait connaître, on trouve côte à côte des formes dont la phylle est encore réduite à sa caule et d'autres formes dont la phylle est déjà différenciée en caule et feuille. C'est ainsi que des plantes sans feuilles, telles que les *Rhynia*, et des plantes pourvues de feuilles, telles que les *Asteroxylon*, se montrent dans les mêmes blocs du vieux grès rouge Silurien où elles ont été étudiées avec tant de soin par Kidston et Lang (1). Or, si l'on admet que les *Asteroxylon* dérivent de plantes à phylle non différenciée telles que les *Rhynia*, il est évident qu'elles doivent avoir été précédées par ces formes plus simples. Par conséquent, les spécimens du vieux grès rouge Silurien ne représentent pas les premières plantes vasculaires et c'est à des dépôts encore plus anciens qu'on doit s'adresser pour rencontrer les formes tout à fait primitives.

Nous saurons donc difficilement quelles ont été les premières des plantes vasculaires. Nous saurons plus difficilement encore à quel type végétatif ces premières plantes appartiennent, parce que les matériaux conservés ne révèlent pas directement l'ontogénie de la plante à laquelle on les rapporte. Si l'on met à part le *Benettites Gibsonianus* dont l'embryon a été si bien préservé, la formation des premières phyllorhizes dans les plantes fossiles est à peu près inconnue.

La documentation paléobotanique, malgré les résultats véritablement surprenants qui ont été obtenus, est donc encore trop fragmentaire pour reconstituer l'évolution végétative d'une manière complète et définitive.

C'est pourquoi nous croyons devoir insister sur le caractère essentiellement provisoire des conclusions que nous pouvons actuellement proposer. En attendant l'occasion d'observer directement la formation des premiéres phyllorhizes dans les plantes fossiles, on peut toutefois tenter de la conjecturer de la manière suivante.

Nous avons établi que l'épaississement indéfini du convergent est un apanage exclusif du type pluricotylé, chez toutes les plantes vivantes. Par conséquent, lorsque nous rencontrons cet épaississement caractéristique sur des échantillons fossiles, nous les attri-

(1) Transactions of the Royal Society of Edinburgh, vol. LII, part. III, 1920.

buons également à des plantes du type pluricotylé, au moins jusqu'à preuve contraire. Or, ce caractère s'observe chez un grand nombre de plantes fossiles appartenant : soit aux Phanérogames, comme les Benettitées et les Ptéridospermées ; soit aux Cryptogames, comme les Sigillariées et les Sphénophyllées.

Nous sommes ainsi amené à conclure que le type pluricotylé était réalisé chez ces plantes. Il existait donc, dès les temps paléozoïques, avec les Ptéridospermées. Il aurait manifesté sa prépondérance, dans l'embranchement des Phanérogames, avec les Conifères, les Cycadophytes et enfin avec les Dicotylédones. Ensuite, il aurait fait place au type unicotylé avec les Monocotylédones et cette place deviendrait de plus en plus grande.

Parmi les Cryptogames des temps anciens, le type pluricotylé aurait été non moins représenté et aurait manifesté sa prépondérance avec les Sigillariées. Ensuite, il aurait laissé une place de plus en plus grande au type unicotylé qui existait peut-être déjà avec les Psilophytales et serait devenu prépondérant avec les Marattiées, les Lycopodiées, les Ophioglossées, les Polypodiées. Actuellement, non seulement il est prépondérant, mais il est peut-on dire le seul type représenté, parmi les Cryptogames vivantes.

Par conséquent, si nous ne pouvons pas encore atteindre le point de départ et déterminer avec certitude le type initial, nous voyons que la marche évolutive des plantes vasculaires aboutit à la prédominance finale du même type végétatif. Chez les Cryptogames, cette marche paraît complètement réalisée et le type unicotylé subsiste seul. Chez les Phanérogames, le parcours est moins avancé, puisque le type pluricotylé tient encore une place considérable; mais le type unicotylé est en voie d'acquérir la prépondérance. Et cela nous suggère les remarques suivantes.

Le type unicotylé assure sa pérennité par la propagation directe.

Les attributs caractéristiques du type pluricotylé, c'est-à-dire l'accélération et la condensation du développement initial, ainsi que l'épaississement indéfini du convergent, constitueraient donc un critérium de perfectionnement surtout individuel. Ils permettent au végétal d'atteindre une taille géante et une durée multi-séculaire ; mais ils ne seraient pas un critérium de perfectionnement pour la conservation de l'espèce, puisqu'ils s'opposent à sa propagation

directe et livrent le sort de la plante entière aux accidents subis par son unique racine.

Le type unicotylé serait au contraire adapté de façon parfaite à la multiplication directe de l'espèce et par suite à sa conservation. Chacune de ses phyllorhizes peut subvenir seule à ses besoins et vivre d'une manière indépendante après destruction des parties voisines. Elle constitue ainsi une souche nouvelle pouvant à son tour donner naissance directement à d'autres souches qui deviennent indépendantes à leur tour et ainsi de suite. En poursuivant son développement à la manière d'un *Polypodium* ou d'un *Carex*, une plante du type unicotylé peut donc se propager indéfiniment sans avoir besoin de recourir à la formation de semences spéciales. La propagation par semences aurait donc surtout pour effet de produire des formes nouvelles; tandis que la propagation directe aurait pour résultat de conserver les formes qui présentent l'adaptation la plus parfaite.

Parallélisme entre le règne végétal et le règne animal.

Cela permet d'établir un parallélisme nouveau entre le monde des plantes et le monde des animaux. De même que les géants du monde animal ont disparu comme les Iguanodons ou sont en voie de disparaître comme les Baleines, pareillement, les géants du monde végétal, qui, sauf les *Dracaena,* appartiennent tous au type pluricotylé, ont disparu ou sont en voie de disparaître. Les *Dracaena* eux-mêmes subiront un sort analogue puisque leur épaississement spécial supprime les avantages qui résultent de la formation des racines adventives. Ces géants font place à des plantes dont l'épaississement plus restreint se montre compatible avec la propagation directe qui assure leur pérennité.

C'est ainsi qu'ont disparu toutes les Cryptogames pourvues de convergents à épaississement indéfini, telles que les Sphénophyllées, les Sigillariées, les Calamariées; tandis qu'ont subsisté les Isoétées les Psilotées, les Ophioglossées, les Polypodiées et les Prêles.

Parmi les Phanérogames, les Cordaïtées ont disparu en laissant à leur place les Conifères qui ont elles-mêmes perdu actuellement la prépondérance qu'elles avaient durant la période mésozoïque. Les Cycadophytes ont également perdu la plupart de leurs représentants et les Benettitées étaient plus hautement différenciées que le sont

actuellement les Cycadées. Enfin, les Dicotylédones sont en voie de perdre la prépondérance qu'elles avaient parmi les Angiospersmes de la période tertiaire. Celles de leurs espèces qui ont acquis des racines adventives tendent à se propager directement comme les plantes du type unicotylé. Mais c'est surtout ce dernier type qui devient prépondérant aujourd'hui et envahit, avec les Cypéracées et les Graminées, la plus grande partie de la surface du sol dans les divers pays.

L'ATHERMANÉITÉ DES ESSENCES VÉGÉTALES ET LA TRANSPIRATION

par M. E. C. TÉODORESCO

(Suite)

Voici quelques-unes de ces expériences.

De l'expérience N° 4 il ressort avec évidence que les vapeurs des huiles essentielles sont capables d'abaisser fortement l'intensité de la transpiration sans que les influences qu'elles exercent aient

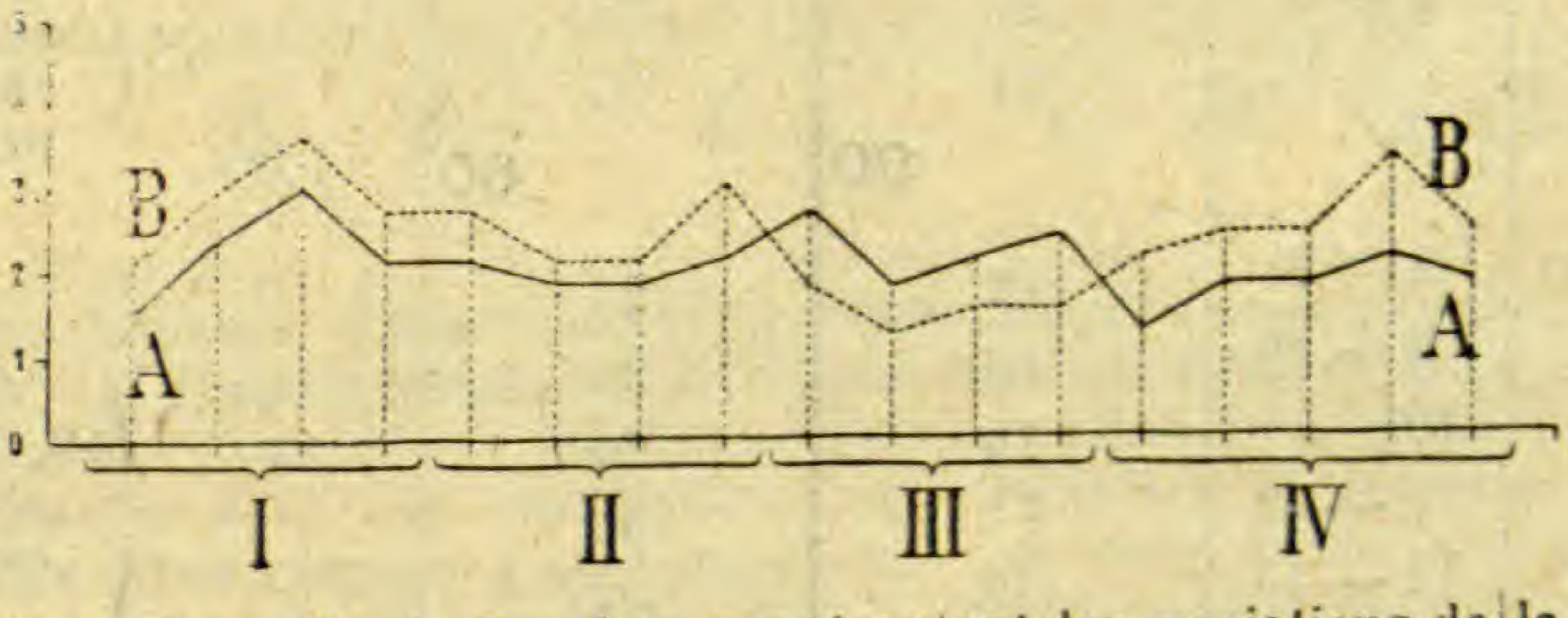


Fig. 7. — Expérience N° 4. Courbes représentant les variations de la transpiration de l'*Hibiscus syriacus*. *A*, plante témoin; *B*, plante soumise à l'action de l'essence de Lavande; I, les deux plantes dans une atmosphère sans essence; II, vapeurs d'essence dans l'espace *E* compris entre les cloches *C* et *D* de l'appareil *B*; III, vapeurs d'essence sous la cloche *C* de l'appareil *B*; IV, les deux plantes dans une atmosphère sans essence.

produit des effets mortels sur les cellules; en effet, si la plante B, dont la transpiration avait été diminuée par l'essence (III, fig. 7), est ramenée dans l'air normal, l'intensité du phénomène reprend sa valeur normale (IV, fig. 7) et le quotient du rapport $\frac{A}{B}$, qui avait augmenté (1,50), diminue de nouveau (0,68).

Expérience N° 4. HIBISCUS SYRIACUS

Méthode du potomètre. Tracés de la fig. 7.

DATE	HEURES	TRANSPIRATION PAR HEURE MILLIMÈTRES CUBES D'EAU PLANTE TÉMOIN DE L'APPAREIL A	PLANTE DE L'APPAREIL B	QUOTIENT DU RAPPORT A/B	OBSERVATIONS
1 Juillet	1 — 2	15	21		I. — Les deux plantes sans essence.
	2 — 3	24	30		
	3 — 4	30	36		
	4 — 5	21	27		
		90	**114**	0,78	
2 Juillet	11 — 12	21	27		II. Vapeurs d'esssence de Lavande dans l'espace E de l'appareil B.
	12 — 13	18	21		
	13 — 14	18	21		
	14 — 15	21	30		
		78	**99**	0,78	
3 Juillet	5 — 6	27	18		III. Vapeurs d'essence de Lavande sous la cloche C de l'appareil B.
	6 — 7	18	12		
	7 — 8	21	15		
	8 — 9	24	15		
		90	**60**	1,50	
4 Juillet	8 — 9	12	21		IV. Les deux plantes sans essence.
	9 — 10	18	24		
	10 — 11	18	24		
	11 — 12	21	33		
	12 — 13	18	24		
		87	**126**	0,68	

Si l'on observe avec attention le tableau de l'expérience suivante, dont les résultats sont exprimés par les tracés de la figure 8, on peut constater facilement les faits suivants.

1° La transpiration de la plante B (II, fig. 8) entourée d'une atmosphère chargée de vapeurs d'essence, mais séparée de cette atmosphère par une paroi en verre, a la même valeur relative, par rapport à la plante témoin A, que lorsque les vapeurs

d'essence manquent (B, I, fig. 8) ; en effet le quotient du rapport $\frac{A}{B}$ a presque la même valeur dans les deux cas, 1, 07 et 1, 05.

2° En plaçant la plante B directement dans l'air parfumé, on constate que le quotient du rapport $\frac{A}{B}$ augmente beaucoup (6, 97),

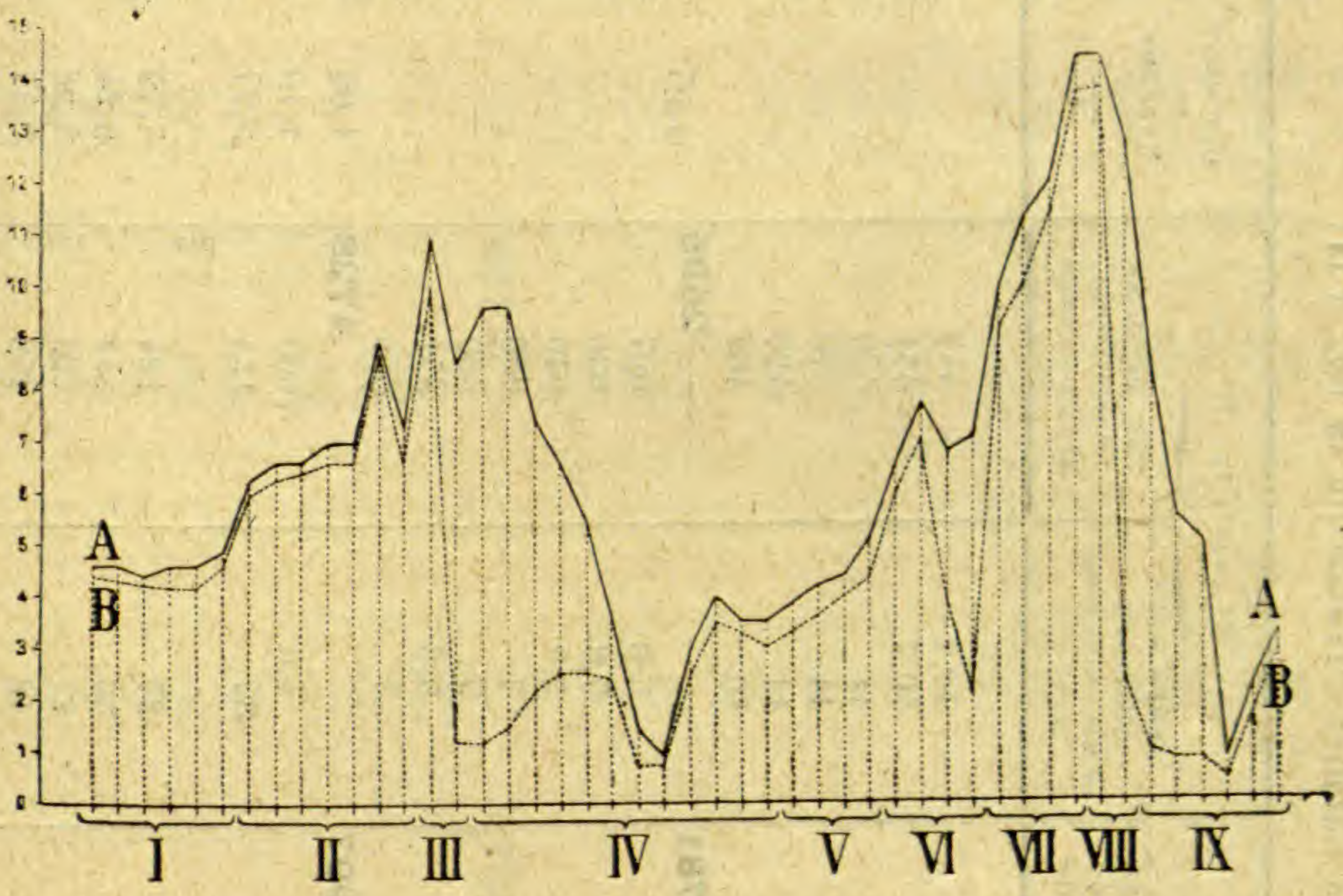


Fig. 8. — Expérience N° 5 *Rosa* sp. ; *A*, plante témoin ; *B*, plante soumise à l'action des vapeurs d'essences ; I, les deux plantes dans une atmosphère sans essence ; II, vapeurs d'essence de Géranium dans l'espace *E* de l'appareil *B* ; III, vapeurs d'essence de Géranium sous la cloche *C* de l'appareil *B* ; IV, les deux plantes dans une atmosphère sans essence ; V, vapeurs d'essence de Géranium dans l'espace *E* de l'appareil *B* ; VI, vapeurs d'essence de Géranium sous la cloche *C* de l'appareil *B* ; VII, les deux plantes dans une atmosphère sans essence ; VIII, vapeurs d'essence de Thym sous la cloche *C* de l'appareil *B* ; IX, les deux plantes dans une atmosphère sans essence.

c'est-à-dire que l'intensité de la transpiration diminue fortement (III, fig. 8) ; cependant la dépression du phénomène n'est pas brusque ; c'est ainsi qu'au bout de 25 minutes, l'abaissement est excessivement faible, car le quotient de $\frac{A}{B}$ est à 1,10 (premier trait vertical sur la ligne des abscisses en III, fig. 8) ; ce n'est qu'au bout d'autres 25 à 50 minutes que l'on constate une diminution très prononcée du phénomène (second trait vertical sur la ligne des abs-

Expérience N° 5. Rosa sp. (cultivé)

Méthode de la balance. Tracés de la fig. 8 (1)

DATE	TEMPÉRATURE	PLANTE TÉMOIN A — TEMPS POUR DÉGAGER 77 MILLIGRAMMES MINUTES	PLANTE TÉMOIN A — EAU DÉGAGÉE PAR HEURE MILLIGRAMMES	PLANTE B — TEMPS POUR DÉGAGER 77 MILLIGRAMMES MINUTES	PLANTE B — EAU DÉGAGÉE PAR HEURE MILLIGRAMMES	QUOTIENT DU RAPPORT $\frac{A}{B}$	OBSERVATIONS
8 Août	25°	10,1	462	10,4	442		I. — Les deux plantes sans essence.
	25°5	10	460	10,7	431		
	26°	10,5	440	11	420		
	27°5	10	462	11	420		
	28°	10	460	11	420		
	29°5	9,3	497	10	462		
			2781		**2595**	1,07	
8 Août	31°	7,2	637	7,6	607		II. — Vapeurs d'essence de Géranium dans l'espace E de l'appareil B.
	32°5	6,8	662	7,3	630		
	33°	7	660	7,2	640		
	34°	6,6	700	7	660		
	34°	6,6	700	7	660		
	35°	5,1	905	5,3	871		
	36°	6,3	733	7	660		
			4997		**4728**	1,05	
8 Août	37°	4,2	1100	4,6	1000	1,10	III. — Vapeurs d'essence de Géranium sous la cloche C de l'appareil B.
	37°	5,4	855	37	124	6,97	
8 Août	36°5	4,7	961	37	124	7,75	IV. — Les deux plantes sans essence.
	37°	4,7	961	30	154	6,24	
	35°5	6,2	745	21	220	3,38	
	35°	7	660	18	256	2,57	
	35°	8,5	543	18	256	2,12	

9 Août	34°	12,5	369	19	243	1,51	IV. — Les deux plantes sans essence.
	28°	32,5	143	60	77	1,85	
	21°	51,3	90	65,7	70	1,28	
	22°	15	308	18	256	1,20	
	22°5	11,2	402	13,3	355	1,13	
	23°	13,3	355	14	330	1,07	
	23°5	13,3	355	14,9	308	1,12	
9 Août	24°	11,9	388	14	330		V. — Vapeurs d'essence de Géranium dans l'espace E de l'appareil B.
	26°	11	420	13,1	360		
	27°	10,5	440	11,5	400		
	27°5	9	513	10,7	430		
			1761		**1520**	1,15	
9 Août	29°	7	660	7,7	600	1,10	VI. — Vapeurs d'essence de Géranium sous la cloche C de l'appareil B.
	31°	6	770	6,6	700	1,10	
	33	6,7	689	11,6	398	1,73	
	34°	6,5	710	22	210	3,38	
9 Août	39°	4,4	1050	5	924	1,13	VII. — Les deux plantes sans essence.
	38°	4	1130	4,3	1070	1,05	
	38°5	3,8	1200	4	1140	1,05	
	39°	3,1	1448	3,3	1376	1,05	
9 Août	39°5	3,1	1448	3,3	1380	1,04	VIII. — Vapeurs d'essence de Thym sous la cloche C de l'appareil B.
	37°5	3,6	1283	18,3	246	5,21	
9 Août	36	5,5	840	43	107	7,85	IX. — Les deux plantes sans essence.
	35°	8,4	550	57	80	6,87	
	31	9	500	57	81	6,17	
	21°5	52,6	87	99	46	1,89	
	23°	19,5	236	25	184	1,28	
	24°	14	330	15	308	1,08	

(1) Cette expérience, ainsi que les suivantes, ont été faites pendant les fortes chaleurs de l'été 1921.

cisses en III, fig. 8), le quotient du rapport $\frac{A}{B}$ devenant égal à 6,97.

3° En ramenant la plante B dans l'air normal, on observe que l'intensité de sa transpiration reprend, au bout d'un certain intervalle de temps, sa valeur normale (IV, (fig. 8 et IX, fig. 8); ce résultat, qui est très frappant, prouve surabondamment que l'action temporaire des vapeurs de l'essence ne va pas jusqu'à tuer les cellules ; ces vapeurs produisent sur les tissus vivants le même effet qu'une anesthésie passagère ; sur ce point nous ne nous trouvons pas d'accord avec Detto. Remarquons cependant : a) que le retour à l'état normal demande un intervalle de temps beaucoup plus long (à peu près deux heures et demie dans notre expérience), que le passage à l'état d'anesthésie ; *b*) que la plante B, avant d'être ramenée dans une atmosphère normale, avait été placée pendant une demi-heure devant un fort ventilateur pour chasser, autant que possible, les vapeurs d'essence des espaces aérifères ; malgré cela l'intensité de la transpiration continue à diminuer encore pendant quelque temps après avoir placé la plante dans l'air normal ; en effet, le quotient du rapport $\frac{A}{B}$ passe d'abord de 6,97 à 7,75 et ce n'est qu'ensuite qu'il commence à diminuer pour atteindre après quelques heures ses valeurs normales : 1,07, 1,12, 1,13.

4° Si après le retour de l'état normal, on replace la plante B dans une atmosphère chargée de vapeurs de la même essence (essence de Géranium, VI, fig. 8) ou d'une autre essence (essence de Thym, VIII, fig. 8), le même phénomène de l'abaissement de la transpiration peut se répéter et cela plusieurs fois ; dans ce cas aussi le passage de la plante à l'état d'anesthésie s'accomplit plus rapidement (VI et VIII), que le retour à l'état normal (IX).

Ajoutons encore que la plante B, qui avait été exposée aux variations mentionnées de l'air ambiant, a été, à la fin de l'expérience, mise en observation pendant huit jours ; elle est restée en aussi bon état que la plante témoin A.

II. Plantes aromatiques.

Les expériences suivantes sont destinées à prouver que les plantes contenant dans leurs tissus des huiles essentielles, lors-

qu'elles sont soumises à l'action des vapeurs de leurs propres essences ou d'essences étrangères, se comportent de la même manière que les végétaux qui en sont dépourvus.

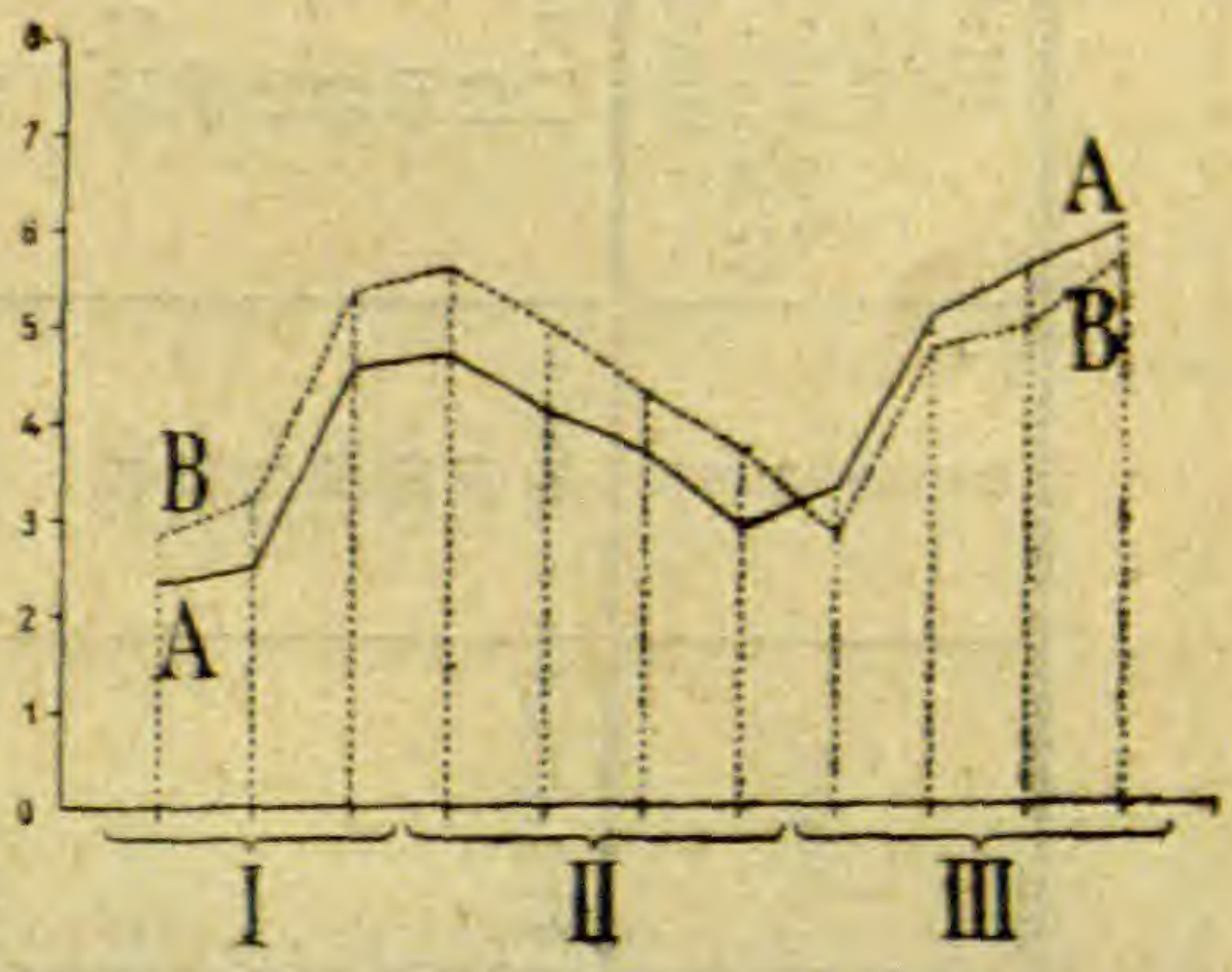
A. — Plantes aromatiques soumises à l'action d'une essence étrangère.

Voici d'abord les résultats de quatre expériences faites sur des plantes à essence, mais soumises à l'action d'un parfum autre que celui contenu dans leurs cellules.

Expérience N° 6. PINUS STROBUS
Méthode du potomètre. Courbes de la fig. 9

DATE	HEURES	TRANSPIRATION PAR HEURE MILLIMÈTRES CUBES D'EAU — Plante témoin de l'appareil A	TRANSPIRATION PAR HEURE MILLIMÈTRES CUBES D'EAU — Plante de l'appareil B	QUOTIENT DU RAPPORT A/B	OBSERVATIONS
2 Juillet	7-8	23	28		I. — Les deux plantes sans essence.
	8-9	25	32		
	9-10	46	54		
		94	**114**	0,82	
2 Juillet	13-14	47	56		II. — Vapeurs d'essence d'Origan dans l'Espace E de l'appareil B.
	14-15	41	50		
	15-16	37	43		
	16-17	29	37		
		154	**186**	0,82	
3 Juillet	8-9	33	28		III. — Vapeurs d'essence d'Origan sous la cloche C de l'appareil B.
	9-10	51	48		
	10-11	56	50		
	11-12	60	57		
		200	**183**	1,09	

Fig. 9. — Expérience N° 6. Courbes représentant les variations de la transpiration du *Pinus strobus*; *A*, plante témoin; *B*, plante soumise à l'action de l'essence d'Origan; I, les deux plantes dans une atmosphère sans essence; II, vapeurs d'essence dans l'espace *E* de l'appareil *B*; III, vapeurs d'essence sous la cloche *C* de l'appareil *B*.



Expérience N° 7. MENTHA CRISPA
Méthode de la balance. Tracés de la fig. 10

DATE	TEMPÉRATURE	PLANTE TÉMOIN A — TEMPS POUR DÉGAGER 77 MILLIGRAMMES Minutes	PLANTE TÉMOIN A — EAU DÉGAGÉE PAR HEURE Milligrammes	PLANTE B — TEMPS POUR DÉGAGER 77 MILLIGRAMMES Minutes	PLANTE B — EAU DÉGAGÉE PAR HEURE Milligrammes	QUOTIENT DU RAPPORT A/B	OBSERVATIONS
21 Juillet	28°5	17,7	260	20	231		I. — Les deux plantes sans essence.
	30°	17	271	19	243		
	29°	19	243	22	210		
	30°	21	220	24	190		
	31°	18	256	21	220		
	33°	20	231	22,1	208		
	33°	23,2	201	26	177		
			1682		**1479**	1,13	
22 Juillet	24°	33	158	34	135		II. — Vapeurs d'essence de Lavande dans l'espace E de l'appareil B.
	25°	21	220	25	185		
	26°	21	220	25	185		
	27°5	20	231	23,2	201		
	28°	19,1	241	21	220		
	31°	17,2	270	17,7	256		
	31°	18,7	243	23,2	201		
			1583		**1381**	1,14	
23 Juillet	25°	20	231	37	124		III. — Vapeurs d'essence de Lavande sous la cloche C de l'appareil B.
	26°	24	192	33	140		
	29°	20	231	34	135		
	29°	20	231	33	140		
	32°	18	256	35	132		
	33°	19	243	36	128		
	33°	21	220	36	128		
			1604		**967**	1,63	

Expérience N° 8. DRACOCEPHALUM MOLDAVICUM
Méthode de la balance. Tracés de la fig. 11

DATE	TEMPÉRATURE	PLANTE TÉMOIN A		PLANTE B		QUOTIENT DU RAPPORT A/B	OBSERVATIONS
		TEMPS POUR DÉGAGER 77 MILLIGRAMMES Minutes	EAU DÉGAGÉE PAR HEURE Milligrammes	TEMPS POUR DÉGAGER 77 MILLIGRAMMES Minutes	EAU DÉGAGÉE PAR HEURE Milligrammes		
25 Juillet	34°	9	513	12	385		I. — Les deux plantes sans essence.
	28°5	16	288	24	192		
	22°	37,5	123	45,7	101		
	24°	19	243	28	165		
	24°	17	270	19	243		
			1437		**1086**	1,22	
26 Juillet	25°	15	308	19	243		II. — Vapeurs d'essence de Romarin dans l'espace E de l'appareil B.
	26°	16	288	19	243		
	27°	14	330	16	288		
	30°	11	420	13	355		
			1346		**1129**	1,19	
26 Juillet	37°	9	513	17	270		III. — Vapeurs d'essence de Romarin sous la cloche C de l'appareil B.
	38°	8	577	18	256		
	37°	9	513	18	256		
	37°	8	577	21	220		
	35°	9	513	22	210		
	34°	9	513	22	210		
			3206		**1422**	2,24	

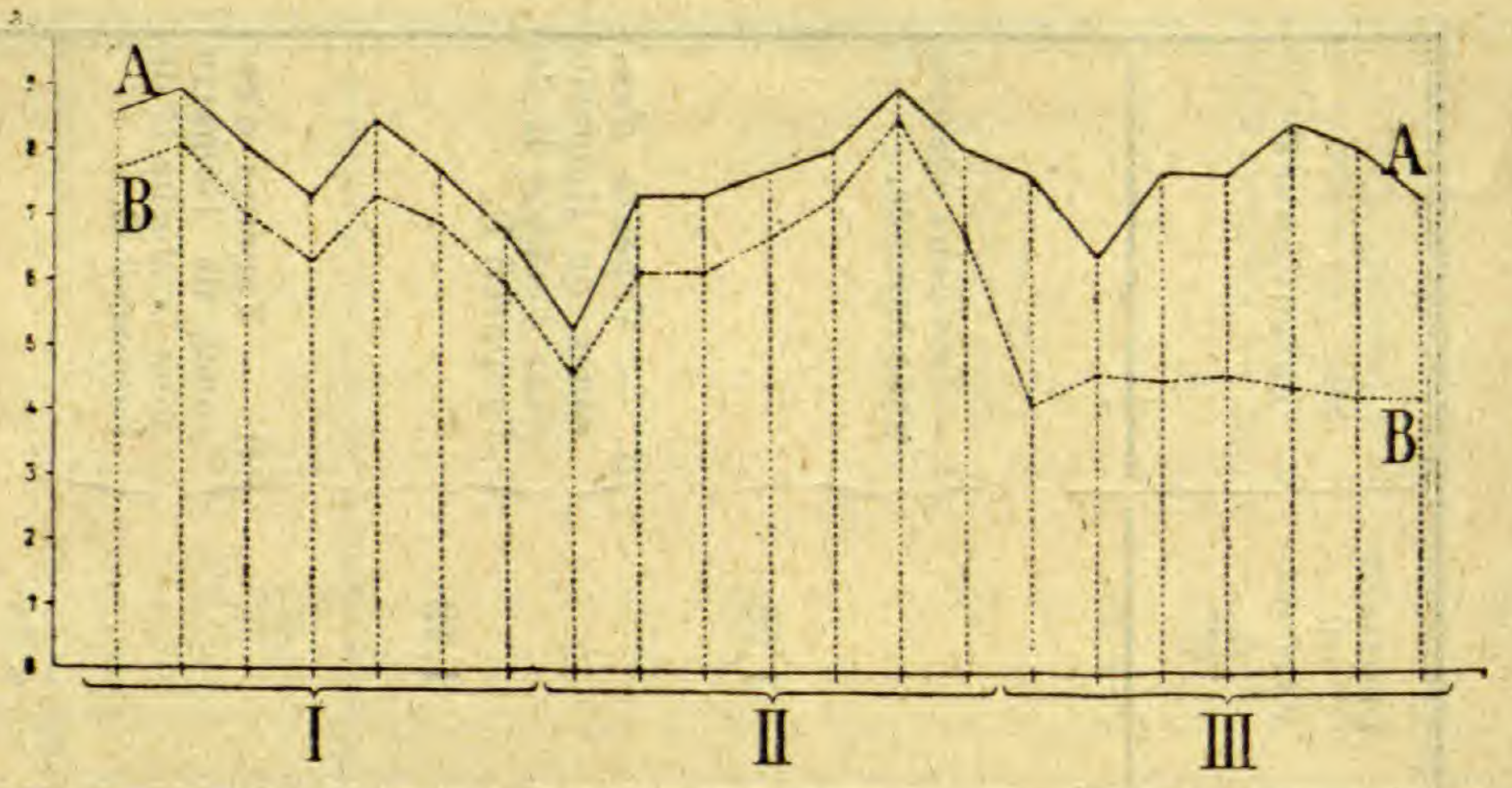


Fig. 10. — Expérience N° 7. *Mentha crispa*. *A*, plante témoin; *B*, plante soumise à l'action de l'essence de Lavande; I, les deux plantes dans une atmosphère sans essence; II, vapeurs d'essence dans l'espace *E* de l'appareil *B*; III, vapeurs d'essence sous la cloche *C* de l'appareil *B*.

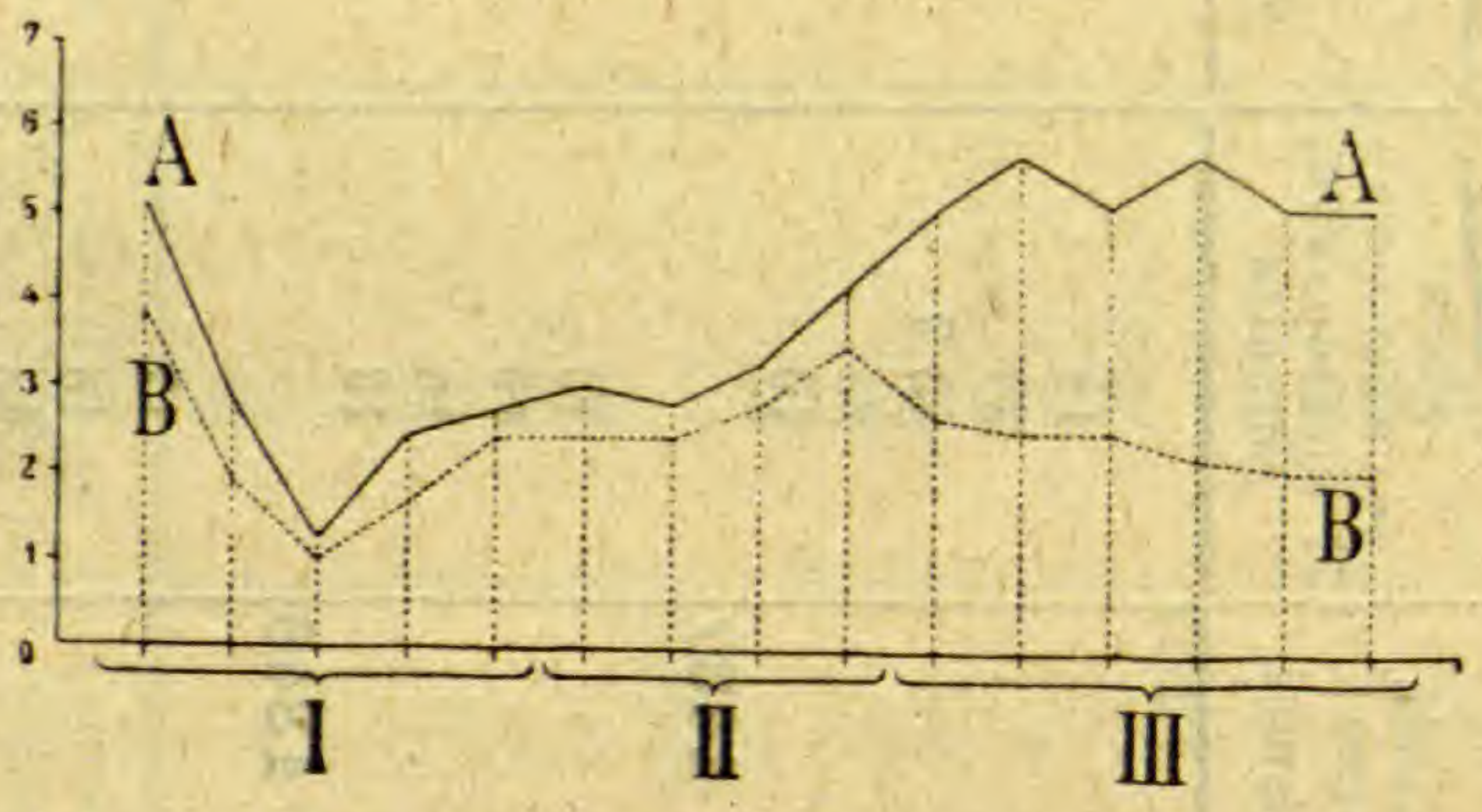


Fig. 11. — Expérience N° 8. *Dracocephalum moldavicum*. *A*, plante témoin; *B*, plante soumise à l'action des vapeurs d'essence de Romarin; I, les deux plantes dans une atmosphère sans essence; II, vapeurs d'essence dans l'espace *E* de l'appareil *B*; III, vapeurs d'essence sous la cloche *C* de l'appareil *B*.

(*à suivre*).

REVUE DES TRAVAUX DE BOTANIQUE
TROPICALE ET SUBTROPICALE

(1910-1919)

par P. CHOUX

(Suite)

Voir encore sur le cotonnier :

1910

— LABROY : *La culture du coton aux Antilles Britanniques* (J. d'Agric. trop., févr. 1910, p. 40).

— *La culture des cotonniers vivaces aux îles Hawaï* (id., oct. 1910, p. 319).

— TYLER : *Varieties of American Upland Cotton* (Bull. n° 163. Bur. of Plant Ind., Washington, 1910) (Analysé dans Bull. bibliog. du J. d'Agr. trop., n° 2053, oct. 1910).

— GAMMIE : *Caravonica Cotton* (Agric. Journal of India, july 1910, p. 249).

— GAMMIE : *The present position and prospects of Cotton Cultivation in India* (id., oct. 1910, p. 335, et jan. 1911, p. 40).

— TAVEIRA : *La culture du coton et son développement dans les colonies portugaises* (Agron. trop., nov. 1910, p. 371).

— KRANZLIN : *Beitrag zur Kenntnis der Kräusel-Krankheit der Baumwolle* (Der Pflanzer, 30 Juin 1910, p. 129).

— K. SUPF : *Deutsch-Koloniale Baumwoll Unternehmungen* (Beihefte zum Tropenpfl., Mai 1910, n° 3).

— S[t] PAUL ILLAIRE : *Versuche der Ost.-Afrika Kompanie mit Kulturen von Caravonica Baumwolle* (Der Tropenpfl., fébr. 1910, n° 2, p. 90).

— REIN : *Caravonica* (id., nov. 1910, p. 600).

— ICHES : *Les insectes ennemis du cotonnier dans l'Argentine et leurs parasites* (Bull. de la Soc. nat. d'acclimat., janv. et févr. 1910, p. 21 et 64).

— PRUDHOMME : *Le coton dans les anciennes colonies françaises* (L'Agric. prat. des pays chauds, juillet 1910, p. 13).

— FREUDENBERG : *Cotton Cultivation in Ceylon* (Colombo, 1910) (Bull. bibliog. du J. d'Agric. trop., juillet 1911, nº 2227).

1911

— REIN : *Caravonica* (Der Tropenpfl., mars 1911, p. 166).

— *Sakellaridis Cotton* (Bull. of the Imp. Instit., 1911, nº 3, p. 288).

— KRANZLIN : *Beiträge zur Kenntnis der Krausel-Krankheit der Baumwolle* (Der Pflanzer, juni 1911, p. 327).

— *Papier aus Baumwoll und Okrapflanzen* (id, août 1911, p. 482).

— CLOUSTON : *Cotton Cultivation in the Central Provinces and Berar studied from an Economic Aspect* (The Agric. Journ. of India, oct. 1911, p. 353).

— *Papers and Reports in Cotton Cultivation* (Imp. Inst., London, 1911).

— MAIN : *Coton contre canne à sucre* (J. d'agric. trop., avril 1911, p. 104).

1912

— *L'amélioration du Sea Island par hybridation* (J. d'Agric. trop., mars 1912, p. 95).

— *Some Cotton soils of the Nyassaland and Uganda Protectorates* (Bull. of the Imp. Inst., avril 1912, p. 55).

— *Work of the British Cotton Growing Association* (id., oct. 1912, p. 479).

— *The Cotton Industry of Nyassaland* (id, déc. 1912, p. 527).

— LAWRENCE BALLS : *The Cotton plant in Egypt Studies in Physiology and Genetics* (London, 1912).

— PARR : *A profitable type of Cotton for the western districts of the United Provinces* (The Agric. Journ. of India, jan. 1912, p. 84).

— HENDERSON : *Upland American cotton, being notes on a Tour in the Cotton Belt of the U. S. A. 1911* (id., avril 1912, p. 175).

— *La culture du coton dans l'Etat brésilien de Saint-Paul* (Bull. de l'off. du gouvern. de l'Algérie, 15 avril 1912, p. 124).

— *La culture du coton en Espagne* (id., 1er mai 1912, p. 141).

— *La culture et l'industrie du coton en Argentine* (15 juin 1912, p. 190).

— *La culture du coton en Corée* (id., 15 juin 1912, p. 198).

— *La production du coton en Palestine* (id.).

— *La culture du coton dans la Caroline du Nord, à Cuba, dans l'Erythée, dans l'Afrique du Sud* (id, 15 juillet 1912, pp. 226-228).

— *Historique sur la culture du coton en Transcaucasie* (id., 1er déc. 1912, p. 374).

— *Les conditions actuelles de la culture du coton en Sicile* (id., 15 déc. 1912, p. 389).

— *La culture du coton dans l'île de Chypre* (id., p. 390).

— *Il cotone egiziano* (L'Agricoltura colon., marzo 1912, p. 126).

— Moreschini : *Sull' arriciamento delle foglie di cotone* (id., juin 1912, p. 259).

— Mangano : *Note sulla selezione del cotone* (id, nov. 1912, p. 437).

— *Cotton* (Bull. of Miscell. inf., Kew, 1912, n° 6, p. 297).

— Sands : *The results of the cultivation of cotton in St Vincent* (West Indian Bulletin, vol. XIII, 1912, n° 1, p. 1).

— Tempany : *The Cotton industry in the Leeward Islands* (id., p. 11).

— Bovell : *The Cotton industry in Barbados* (id. p. 13).

— Robson : *Cotton selection in Montserrat* (id., p. 22).

— Robson : *The manner of cross-pollination of cotton in Montserrat* (id., p. 24).

— Robson : *Sakellaridis cotton in Montserrat* (id., p. 26).

— Ballou : *Notes on certain cotton pests* (id. p. 33).

— Harrison and Stockdale : *Cotton experiments in British Guiana* (id., p. 39).

— *Cotton* (id., n° 2, p. 206).

— *Verhandlungen der Baumwollbau Kommission des Kolonialen Wirtschaftlichen Komitees* (Beihefte zum Tropenpflanzer, juni 1912, n° 3).

— Booth : *Wirtschaftliches über Togo. Der Baumwollbau* (Tropenpflanzer, juni 1912, p. 308).

— Spahr : *Baumwollbau in Louisiana* (id., nov. 1912, p. 591).

— Sturm : *Uber die Verwendung der Abreschschen Lichtfalle bei Baumwollschädlingen und Steckmücken* (Der Pflanzer, févr. 1912, p. 61).

— *Assil. Eine neue ægyptische Baumwollsaat* (id, april 1912, p. 231).

— *Congrès des planteurs de coton du Nord de l'Afrique tenu à Orléansville en 1911* (Assoc. cot. col., Bull. n° 53, mars 1912).

— Laghlan Argyle : *The Branching habits of Egyptian cotton* (U. S. Departm. of Agric., Bur. of Pl. Industry, n° 249, Washington, 1912) (D'après Inst. Intern. d'Agric., Bull. des rens. agricoles, janvier 1913, n° 28).

1913

— Schanz : *Culture du coton en Egypte et au Soudan anglo-égyptien* (Chemnitz, 1912) (D'après J. d'agric. trop., n° 2924, nov. 1913).

— *Le coton égyptien* (Bull. de la Dir. de l'Agric. de la Régence de Tunis, n° 66, janv.-févr. 1913, p. 37).

— Martin Leake : *The problem of the improvement of the indigenous cottons of the United provinces* (The Agric. J. of India, jan. 1913, p. 47).

— Burt : *American cotton in the Central Circle* (id., oct. 1913, p. 339).

— *The Cotton industry of Northern Nigeria* (Bull. of the Imp. Inst., jan. 1913, p. 70).

— *Recent progress in cotton cultivation in the Sudan* (id., april 1913, p. 189).

— *Cotton cultivation in Northern Nigeria* (id., déc. 1913, p. 656).

— AUCHINLECK : *Recent trials with cotton in Grenada* (West Indian Bulletin, Vol. XIII, 1913, n° 4, p. 358).

— BENINI : *La coltura del cotone in Egitto* (Agricoltura col., febbr. 1913, p. 42).

— *La culture du coton en Colombie* (Bull. de l'office du gouv. général de l'Algérie, 1er Août 1913, p. 249).

— YVES HENRY : *La culture pratique du cotonnier* (Paris, Challamel, 1913).

— *Argentinien als Baumwolland* (Tropenpflanzer, febr. 1913, p. 104).

— *Die Aussichten der Baumwollkultur in der Türkei* (Der Pflanzer, febr. 1913, p. 94).

— *Le coton en Egypte* (L'Agric. prat. des pays chauds, mars 1913, p. 243).

1914

— MORSTATT : *Schädlinge der Baumwolle in deutsch-Ostafrika* (Der Pflanzer, Beihefte, 1914, n° 1, Daressalam).

— ROSS : *Baumwollkultur in Belgisch-Kongo* (Tropenpflanzer, juni 1914, p. 341).

— GOUGH and STOREY : *Metodi per la distruzione della Gelechia Gossipiella nei semi di cotone* (Agricolt. col. giugno 1914, p. 413).

— MAC LELLAND et SAHR : *Coton aux îles Hawaï* (D'après J. d'agric. trop., n° 2845, mai 1914).

— RIVIÈRE : *Les cotonniers arborescents* (Bull. de la Soc. nat. d'acclimatation, 1er Mars 1914, p. 138).

— VEHBI : *La culture du coton égyptien en Mésopotamie* (L'Agricult. prat. des pays chauds, mai 1914, p. 281).

— NOWELL : *The physiological affections of Sea Island cotton in the West Indies* (West Indian Bulletin, 1914, n° 4, p. 304).

1915

— JOHN TODD : *The war and the world's cotton crops* (Bull. of the Imp. Inst., vol. XIII, july 1915, n° 3, p. 385).

— SAMPSON : *Recent history of the cotton improvement work in Tinnevelly and Ramnad districts* (The Agric. J. of India, Vol. X, april 1915, p. 137).

— *West Indian cotton Conference 1915* (West Indian Bull., Vol. XV, n° 4, 1915).

— MANGANO : *Alcune notizie sull'Azienda cotonifera di Carcabat nell'Eritrea* (Agricoltura col., guigno 1915, p. 321).

— *La culture du coton au Pérou* (Bull. de l'office du gouv. général de l'Algérie, Mars 1915, p. 39).

— COOK : *Le brachysme, difformité héréditaire du cotonnier et d'autres plantes* (J. of Agric. Res. févr. 1913) (D'après Inst. Intern. d'Agric., Bull. des rens. agricoles, juin 1915, n° 596).

1916

— RIVIÈRE : *Cotonniers arborescents. Cotonnier de Motril et Caravonica* (Bull. de la Soc. nat. d'acclimat. févr. 1916, p. 46).

— *L'industrie cotonnière en Russie* (Bull. écon. de l'Indo-Chine, n° 120, juillet-août 1916, p. 535).

1917

— *Cotton cultivation in Australia* (Bull. of the Imp. Inst., Vol. XV, n° 1, jan.-march 1917, p. 23).

— *Les cotons du Cambodge* (Bull. économ. de l'Indo-Chine, sept. 1917, p. 523).

— HARLAND : *On the inheritance of the number of teeth in the bracts of Gossypium* (West Indian Bull., Vol. XVI, 1917, n° 2, p. 111).

— NOWELL : *Internal disease of cotton bolls in the West Indies* (id., n° 3, p. 203).

— JUMELLE : *Quelques données sur l'état actuel de la culture cotonnière* (Ann. du Mus. col. de Marseille, 25e ann., 3e sér., 5e vol., 1917, 2e fascic., p. 75).

1918

— *The work of the Imperial Institute in connection with British cotton cultivation* (Bull. of the Imp. Inst., Vol. XVI, n° 1, jan.-march 1918, p. 79).

— DUDGEON : *The pink boll worm and the cotton crop of Egypt* (id., n° 3, july-sept. 1918, p. 362).

— *Le commerce et l'industrie du coton au Japon* (Bull. économ. de l'Indo-Chine, janv. 1918, p. 101).

— ARTHUR HUTTON : *Cotton growing resources of the British Empire* (The Agric. Journ. of India, jan. 1918, p. 105).

— CREMADES Y MARTINEZ ENRIQUE : *Essais de culture du cotonnier en Espagne* (Boletin de Agric., practica y economica, Madrid, août 1918) (D'après Inst. Intern. d'Agric., Bull. rens. agric., janv. 1919, nos 47 et 48).

1919

— Kottur : *Note on protection cotton flowers from natural crossing* (The Agric. Journal of India, Vol. XIV, jan. 1919, p. 177).

— Hilson : *Northerns cotton* (id., avril 1919, p. 300).

— Roger Thomas : *The improvement of Tinnevellies Cotton* (id., p. 315).

— Dudgeon : *The extension of cotton cultivation in Egypt* (Bull. of the Imp. Inst., april 1919, p. 195).

— *Les progrès de la culture du coton à Malte* (Bull. de l'off. du G. G. de l'Algérie, févr. 1919, p. 26).

— Rodier : *Le coton à la côte d'Ivoire* (Assoc. cot. col., Bull. n° 61, 1919, p. 645), *au Soudan* (p. 652), *en Guinée française* (p. 680).

Kapokiers

C'est seulement depuis une vingtaine d'années que l'intérêt s'est porté sur les kapokiers et sur la précieuse bourre qui tapisse l'intérieur de leurs capsules. Le kapokier de Java ou *Ceiba pentandra* Gaertn. est celui qui a particulièrement retenu l'attention et est toujours resté le principal producteur de Kapok.

Mais, si au début on a eu recours surtout aux arbres sauvages, on n'a pas tardé à faire des plantations régulières de kapokiers et plusieurs travaux ont été consacrés à la culture du *Ceiba pentandra*. Ce sont naturellement les Hollandais à Java qui les premiers sont entrés dans cette voie, où ils ont été suivis par les Américains aux Philippines, les Allemands en Afrique orientale allemande et par nous-mêmes au Cambodge.

De ces divers travaux (1), nous retiendrons que, si le kapokier de Java demande un climat tropical, il s'accommode cependant de longues sécheresses comme de pluies violentes, à condition toutefois

(1) *Growing Kapok in Java* (The Philippine Agricultural Review, vol. III, n° 2, febr. 1910, p. 89).

— *Kapok and its cultivation* (Bull. of the Imp. Inst., vol. IX, n° 2, 1911, p. 121).

— Bley : *De Kapokcultur op Java* (D'après J. d'agric. trop., bull. bibliogr. n° 2556, févr. 1913).

— Saleeby : *Philippine kapok* (The Phil. Agric. Rev., vol. V, Aug. 1912, p. 432).

— Saleeby : *Kapok culture* (The Phil. Agric. Rev., vol. VI, n° 4, april 1913, p. 157).

— Bruck : *Der Faserbau in Holländisch-Indien und auf den Philippinen. Die kapokcultur* (Beihefte zum Tropenpflanzer, dez. 1912, n° 5-6, p. 459).

que ces dernières n'aient lieu ni au moment de la floraison, ni à l'époque de la fructification. On aura intérêt d'autre part à ne pas cultiver le kapokier isolément, mais en mélange avec d'autres cultures qui varieront suivant la richesse du terrain. Au point de vue propagation, Saleeby recommande la propagation par graines plutôt que par bouturage et montre l'importance de la sélection pour obtenir un produit de valeur uniforme, car des arbres cultivés dans les mêmes conditions peuvent donner des fruits différents.

Les Allemands s'étaient particulièrement attachés à développer la culture du kapokier de Java dans leurs colonies de l'Afrique orientale allemande et du Togoland et avaient pu établir dans ces régions des plantations importantes (1). De plus, le *Bombax rhodognaphalon* de la zone côtière de l'Afrique orientale allemande semblerait pouvoir donner une bourre utilisable comme matière de rembourrage, au même titre que celle de *Ceiba pentandra*, bien qu'elle soit de couleur rouille (2). En tout cas, c'est dans l'espoir de servir les intérêts allemands, qu'Ulbrich a publié plusieurs études botaniques sur les kapokiers africains.

(à suivre).

(1) *Die kapok und Calotropis-frage* (Verhandlungen der Baumwollbau Kommission des kolonial Wirtschaftlichen Komitees, Berlin, 1910, n° 2, p. 52).
— *Mitteilungen in der kapok und Calotropis-frage* (id., mai 1911, n° 1).
— *Baumwollersatzstoffe* (id., nov. 1911, n° 2, p. 62).
— Schwalbe-Eberswalde und Troeltzsch : *Beiträge zur Kenntnis der kapokfaser* (Der Tropenpflanzer, dez. 1913, n° 12, p. 655).
— *Die Frage des Anbaues von kapok als Ersatz für Kautschuk* (Verh. der Baumw. Komm. etc........, 18 Nov. 1913, n° 1, p. 52.)
— Zimmermann : *Der kapokbaum Ceiba pentandra* (Der Pflanzer, n° 3, März 1914, p. 123).

(2) *Seidenhaare von Bombax rhodognaphalon* (Der Pflanzer, okt. 1912, n° 10, p. 587).

REVUE DES TRAVAUX
DE
PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE
PUBLIÉS DANS LE COURS DES ANNÉES 1910-1919
2me Partie : MÉSOZOÏQUE
(du Trias au Wealdien inclus)

par M. A. CARPENTIER

(suite)

France. — On ne connaissait jusqu'ici en France que deux gisements de végétaux fossiles appartenant au niveau de la Grande Oolithe (Bathonien), ceux d'Alençon (Orne) et de Mamers (Sarthe). R. Zeiller (1) a publié une note sur un autre gisement fossilifère de même âge, celui de Marquise, dans le Boulonnais (Pas-de-Calais). Zeiller a reconnu cinq types spécifiques : une Cycadophyte (*Otozamites Bechei* Brongt.) qui a été trouvée pour la première fois dans la Grande Oolithe de Mamers, mais apparaît déjà dans le Lias ; trois Conifères : *Plagiophyllum uncifolium* (Phill.), *Thuyites expansus* Sternb., espèce nouvelle pour la France et une lame foliacée que Zeiller rapporte au genre *Protophyllocladus* Berry qu'on avait signalé aux Etats-Unis et au Groënland, mais dans des terrains plus récents (Crétacé moyen, Tertiaire inférieur). On ne pourra toutefois être fixé sur la véritable attribution de cette empreinte que par la découverte de spécimens plus complets. Des espèces précitées le *Thuytes expansus* seul paraît être caractéristique de la Grande Oolithe.

(1) R. Zeiller : Sur quelques végétaux fossiles de la Grande Oolithe de Marquise (*Bull. Soc. Académique Boulogne-sur-Mer*, IX, pp. 5-16, 1912).

Dans une note parue en 1887, Morière a décrit un tronc silicifié, provenant de Montigny (Calvados), dont il reconnut la nature cycadéenne : c'est le *Schizopodium Renaulti*. De l'avis de Lignier (1) qui en a repris l'étude, ce fossile est identique au *Cycadeoidea micromyela* Mor. ; dans cette espèce la ramification, normalement latérale et axillaire, pouvait prendre parfois l'apparence dichotomique dans les extrémités supérieures ou simplement dans les portions fructifères de la plante.

Le *Cycadeoidea micromyela*, suivant les observations de M. Bigot, doit appartenir au *Bajocien*.

Dans le même mémoire de Lignier on trouve la description de plusieurs fossiles d'âge *bathonien* des environs de Sées (Orne). Une nouvelle espèce d'*Equisetites*, *E. Hommeyi*, à courts entrenœuds, à collerette courte et mal définie, ressemble étroitement à *E. approximatus* du médiojurassique de Graham, dont la flore a été décrite par M. Halle. Une empreinte de foliole est identique à celles du *Phlebopteris Woodwardii* Leck. de l'Oolithe de Scarboroug. L'empreinte d'une feuille de la Grande Oolithe d'Argentan (Orne) rappelle bien celle de l'*Otozamites Mattelianus* Zigno de l'Oolithe de Rotzo (Italie).

La flore fossile de Mamers et de ses environs avait fait l'objet, dès 1824, d'une étude d'Adolphe Brongniart. O. Lignier est revenu sur ce sujet (2) ; son mémoire sur la flore du *Bathonien moyen* de Mamers comprend la description de 16 espèces qui font partie des collections du collège libre de Mamers. Citons pour mémoire une algue Dasycladée, dont il a déjà été question. Les *Equisétinées* sont représentées par un moule interne de tige d'*Equisetites* ; les *Fougères* par le *Lomatopteris Balduini* Sap. et le *Linopteris mamertina*. Cette dernière espèce rappelle assez bien par son réseau de nervures le genre *Linopteris* Presl. (*Dictyopteris* Gutbier) du Carbonifère, mais, comme René Zeiller en a fait la remarque (3), la pinnule

(1) O. Lignier : Contribution à la Flore jurassique. Végétaux fossiles de Normandie, VII (*Mém. Soc. Linn. Normandie*, XXIV, pp. 93-96 ; pl. IX, fig. 22 ; fig. 8 dans le texte ; 1913).

(2) O. Lignier : Flore fossile de Mamers (Sarthe). Végétaux fossiles de Normandie, VIe part., (*Mém. Soc. Linn. Normandie*, XXIV. 1er fasc. pp. 1-48 ; pl. I et II ; 1909).

(3) Zeiller in *Botanisches Centralblatt*, Bd. 114, Nr. 21, S. 543 ; 1910).

isolée dont il s'agit est très analogue à celles du *Weichselia Mantelli* de la flore wealdienne.

Les Cycadophytes sont nombreuses et appartiennent aux genres *Otozamites*, *Zamites*, *Pterophyllum*. L'*Otozamites brevifolius* Fr. Br. et l'*Ot. Bucklandii* Brgt. sont des espèces infraliasiques qui auraient persisté. Le *Zamites Moreaui* Brgt. a été antérieurement signalé dans le *Corallien* de la Meuse et de la Meurthe par de Saporta. Parmi les Conifères deux *Brachyphyllum* sont décrits, dont le *B. Desnoyersii* (Brgt.) Sap., ressemblant beaucoup aux échantillons du *Corallien* de la Côte-d'Or rapportés à cette espèce par de Saporta.

La flore dans son ensemble est xérophile : les *Lomatopteris* avec leurs feuilles épaisses et coriaces, les nombreuses Cycadophytes, les Conifères à feuilles réduites et coriaces (g. *Brachyphyllum*, g. *Pachyphyllum*) plaident en faveur d'un climat sec. A l'époque bathonienne la flore offrait une assez grande uniformité sur les rivages du Bassin de Paris et cette uniformité a dû persister au moins jusque vers la fin du Séquanien.

Lignier (1) a signalé, en 1913, dans le calcaire *bathonien* de Tanville (Orne), une empreinte de foliole du *Phlebopteris Woodwardii* Leck. qui paraît identique à cette espèce de Fougère trouvée dans l'Oolithe de Scarborough et décrite par Leckenby en 1864. Le même auteur dans ce mémoire a fait connaître un *Equisetum* du Bathonien d'Aunou (Orne) et l'*Equisetites mamertinus* (Crié), de Mamers.

Russie. — On a déjà eu l'occasion de mentionner le mémoire de M. Hamshaw Thomas (2) sur la flore jurassique de Kamenka, district d'Isium, gouvernement de Kharkow, en Russie méridionale. Les formations jurassiques reposent sur des sédiments permo-carbonifères et sont recouvertes par du crétacé. Les plantes, qui ont été recueillies par les géologues MM. Grigoriew et Nalivkin, appartiennent à deux horizons différents : un horizon inférieur d'âge

(1) O. Lignier : Contribution de la Flore Jurassique. Végétaux fossiles de Normandie, VI (*Mém. Soc. Linn. Normandie*, XXIV, pp. 73-75 : pl. IX, fig. 16 ; 1913).

(2) H. Hamshaw Thomas : The jurassic flora of Kamemka (*Mém. Comité. géol.* N. S. Livr. 71, pp. 1-95 ; pl. I-VIII, St. Pétersbourg, 1911).

rhétien dont il a été question et un horizon *bathonien*, d'après les études de M. Thomas.

On n'a pas trouvé jusqu'ici de fougères appartenant aux familles des *Matoniacées* ou *Diptéridinées*, quoique le rhétien de cette région en ait fourni. La flore médiojurassique de Kamenka contient des représentants des principaux groupes de plantes qui se sont développés durant le Jurassique ; certains genres comme les *Nilssonia*, les *Cladophlebis* offrent même une grande variété de formes. Les *Equisétinées*, *Equisetites Beani* et *E. Hallei* nov. sp., sont par places abondantes. Le genre *Sagenopteris* compte deux espèces, dont le *S. Phillipsi* (Brongt.). Diverses familles de fougères sont représentées : les *Schizæacées* par le *Kluckia exilis* (Phill.), les *Gleicheniacées* par le *Gleichenites cycadina* (Schenk) dont les pinnules sont toutefois petites et arrondies, les *Cyathéacées* par le *Coniopteris hymenophylloides*, dont les spores tétraédriques ont été isolées ; les diverses espèces de *Cladophlebis* sont d'affinité douteuse et parfois aussi de détermination difficile à cause de l'état fragmentaire de certaines empreintes. En plus du *Cladophlebis denticulata*, du *Cl. haiburnensis*, etc., M. Thomas signale quelques espèces nouvelles : le *Cl. kamenkensis*, voisin du *Cl. denticulata*, mais à nervation toujours deux fois dichotome sauf près du sommet des folioles ; le *Cl. Nalivkini*, dont la nervation est d'un *Cladophlebis*, l'aspect général d'un *Thinnfeldia*. Au genre *Taeniopteris*, en particulier au *T. vittata* Brongt. se rapportent plusieurs spécimens de frondes filicoïdes. Les *Ginkgoales* comptent plusieurs espèces de *Ginkgoites*, *G. digitata* (Brgt.), *G. polaris*, ce dernier signalé par Nathorst dans la Terre François Joseph ; le *Ginkgodium Nathorsti* genre et espèce créés par Zokoyama pour des empreintes du médiojurassique japonais ou d'un horizon peut-être plus élevé (1). Les feuilles en question sont étroites, ovales lancéolées, s'atténuent insensiblement vers la base et offrent des nervures simples et parallèles. Plusieurs *Coniferales* sont décrites : *Elatides curvifolia*, *E. Münsteri* (Schenk), *Pityophyllum longifolium* Nathorst, *Taxites*, *Abietites* nov. sp. ; un bois de Conifère est attribué au genre *Phyllocladoxylon* Gothan.

Parmi les Cycadophytes on remarque *Williamsonia pecten*, *W.* cf. *gigas* ; fragment de tige de *Cycadeoidea* ; *Otozamites obtusus*

(1) A. C. SEWARD, *Fossil plants*, IV, p. 61.

Lindl. et Hutt., quelques espèces nouvelles d'*Otozamites* et de *Nilssonia*. Ce dernier genre est représenté par l'espèce japonaise *N. Inouyei* Zokoyama, par le *N. compta*, le *N. orientalis* ; un spécimen de fronde de cette dernière espèce offre plusieurs renflements latéraux très marqués correspondant peut-être à des fructifications.

La riche flore de Kamenka offre un faciès typique de flore jurassique comme l'avait déjà remarqué M. Grigoriew dès 1900. C'est avec la flore du *Lower Oolithe* du Yorkshire qu'elle présente le plus d'affinités. D'après l'étude de M. Thomas c'est une flore *bathonienne* typique.

Afghanistan. Turkestan. — M. A. C. Seward a publié un important mémoire sur la flore mésozoïque de l'Afghanistan et de l'Afghan-Turkestan (1). C'est au cours de voyages géologiques dans la région de l'Afghanistan, au Nord et à l'Ouest de Kaboul, que la plupart des empreintes fossiles ont été recueillies, en 1907, par M. H. Hayden. Une collection moins importante, provenant du Turkestan, est due aux recherches de M. Griesbach. M. Hayden a décrit, sous le nom de *Série de Saighan*, une succession de conglomérats, de grès et de schistes contenant quelques couches de houille et des lits à plantes ; série de dépôts à faciès continental, qui ont précédé le retour de la mer à *Hippurites*. D'après le même géologue l'âge de ces dépôts continentaux ne peut être établi de façon définitive ; il admet cependant leur âge jurassique. Par l'analyse de la flore M. Seward arrive à cette conclusion que les empreintes végétales de l'Afghanistan sont des débris fragmentaires d'une *flore médiojurassique* dont le faciès général concorde bien avec la flore de l'*Oolithe Inférieure* d'Angleterre.

De l'Afghanistan M. Seward cite les fossiles suivants : *Equisetites Ferjanensis ; Sagenopteris Phillipsi, Klukia exilis, Coniopteris hymenophylloides ; g. Haydenia*, genre nouveau de fougère, peut être à classer parmi les *Cyathéacées*, et dont les frondes sont bi ou tripinnées, les folioles fertiles semblables aux folioles stériles ou à limbe un peu réduits, à sores marginaux, circulaires, déprimés au cen-

(1) A. C. Seward : Mesozoïc plants from Afghanistan and Afghan-Turkistan. (*Memoirs of the Geological Survey of India*, N. S., Mem. n° 4, p. 1-57 ; pl. I-VII, 1912).

tre ; *Dictyophyllum* sp. *(Dipteridinées)* ; *Cladophlebis denticulata* ; *Tæniopteris* cf. *T. vittata* (l'auteur le place dans les *Filices incertae sedis*, mais ce genre est d'après lui apparenté aux *Nilsonnia*) ; parmi les *Ginkgoales* : *Ginkgo digitata*, *Stenorachis lepida*, *Phœnicopsis Potoniei* Krasser ; parmi les *Bennettitales* : *Williamsonia Haydeni*, n. sp., dont l'axe central est entouré de nombreuses bractées linéaires et dont la partie supérieure excavée offre des sillons rayonnants à partir du centre ; plusieurs espèces de *Nilssonia*, dont une nouvelle *N. saighanensis* ; le genre *Podozamites* représenté par deux espèces nouvelles, en plus des *P. lanceolatus*, est classé dans les *Podozamitées* de Schuster, groupe plus voisin des *Conifères* que des *Cycadophytes* ; parmi les Conifères : *Cupressinoxylon orientale* nov. sp., *Pagiophyllum setosum*, etc. De l'Afghan-Turkestan, M. Seward n'indique que quelques fossiles : *Equisetites ferganensis* *Schizoneura*, *Podozamites lanceolatus* var... La connaissance que l'auteur possède des flores mézoïques lui permet d'établir le tableau de la distribution des genres et espèces de l'Afghanistan, dans tous les gisements jurassiques ou rhétiens de l'Asie, de l'Europe (continent et Grande Bretagne), de l'Amérique du Nord, de l'Amérique du Sud et de la Terre de Graham, de l'Afrique et de l'Australie. L'emplacement des principaux gisements jurassiques et rhétiens d'Asie est indiqué sur une carte. Plusieurs espèces signalées dans l'Afghanistan sont largement répandues dans le Jurassique d'Asie et d'Europe, telles : *Equisetites ferganensis*, *Coniopteris hymenophylloides*, *Cladophlebis denticulata*, *Tœniopteris* sp., cf. *T. vittata*, *Nilssonia compta*, *Podozamites lanceolatus*, *Pityophyllum* sp., cf. *P. Staratschini*. Plusieurs espèces (appartenant au g. *Sagenopteris*, au g. *Pityophyllum*) paraissent subsister du Rhétien. La flore jurassique dans son ensemble, et M. Seward revient plusieurs fois sur cette idée, est remarquable par son uniformité et par la persistance générale des types depuis le Rhétien jusqu'au Wealdien.

(à suivre).

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

Mémoires de l'Institut génétique de l'Ecole Supérieure d'Agriculture à Varsovie. Livr. 1, 1921.

L'Institut de génétique dirigé par le Professeur Malinowski a entrepris la publication d'une série de Mémoires dont la Revue générale de Botanique vient de recevoir la 1re livraison ; celle-ci comprend 5 importants travaux rédigés en polonais, mais accompagnés d'un résumé en langue française.

I. E. Malinowski : **Sur les hybrides du Chou pommé et du Chou frisé.**

L'attention de l'auteur a été surtout attirée par un phénomène de corrélation particulièrement net ; chez les hybrides du Chou pommé *(Brassica oleracea capitata* L.*)* et du Chou frisé *(Br. ol. auphala* L.*)* la présence des pommes se trouve toujours liée à l'existence de feuilles non frisées et inversement les feuilles frisées ne s'observent que chez les Choux non pommés. Pour représenter ce fait (l'auteur écrit « pour expliquer ») Malinowski suppose qu'il existe 3 facteurs cumulatifs ABC correspondant à la faculté de produire des pommes et 3 facteurs XYZ produisant des feuilles frisées, et que de plus il se produit un « *linkage* » entre les facteurs Ax, aX, By, bY...

II. Marie Sachs-Skalinska : **Le polymorphisme des lignées pures du Petunia.**

Il s'agit de l'étude des variations apparaissant parmi les plantes d'une race stable de *Petunia violacea* et présentant le caractère très spécial que les différents types observés se retrouvent dans la descendance de n'importe laquelle des formes dont on parte pour obtenir des graines par autofécondation ; il est en d'autres termes impossible de fixer par sélection une forme déterminée.

III. Marie Sachs-Skalinska : **Croisement des races polymorphes.**

L'auteur a recherché, à la suite des faits qui viennent d'être décrits, ce qui adviendrait si on hybridait la race polymorphe qui a fait l'objet du mémoire précédent, avec une race « uniforme » telle que le *Petunia grandiflora.* Quelque soit la forme à laquelle on s'adresse pour le *P. violacea*, les hybrides F en question sont absolument semblables ; ils ont la grande corolle de *P. grandiflora* et l'uniformité des fleurs de cette espèce apparaît comme dominante par rapport au polymorphisme de *P. violacea.* Dans la génération F_2 on obtint, pour un total de 49 plantes :

1° 30 plantes à grandes fleurs uniformes.

2° 5 plantes à petites fleurs uniformes.

3° 2 plantes à grandes fleurs polymorphes.

4° 12 plantes à petites fleurs polymorphes.

La première catégorie correspond au type *P. grandiflora*; la seconde comprend des individus à petites fleurs de *P. violacea*, mais avec une variabilité très étroite et c'est la forme normale qui se trouve transmise.

Dans la 3e catégorie on trouve une plante ayant l'aspect d'une chimère sectoriale à grandes fleurs ; l'autre ressemble au contraire à une chimère périclinale.

Ce n'est que dans la 4e catégorie que nous retrouvons la race polymorphe avec son amplitude de variation caractéristique.

IV. Marie Sacks-Skalinska : **Recherches sur les hybrides de Nicotiana.**

L'auteur a étudié l'hérédité de la couleur des fleurs des hybrides entre *Nicotiana Langsdorffii* Weinm., comme plante maternelle, et *N. Sanderve* Hort., comme plante paternelle ; la première espèce a une corolle jaune-verte due à la présence de grains de chlorophylle ; la corolle de *N. Sanderve* est d'un rouge violet provenant de la formation d'anthocyane à teinte rouge ou violette suivant les cellules.

Dans la seconde et troisième génération des hybrides apparurent des types nouveaux, à côté de ceux qui correspondent aux parents ; l'étude de ces nouvelles formes conduit l'auteur à admettre que la pigmentation complète de *N. Sanderve* est déterminée par la présence de 8 facteurs génétiques indépendants ; il s'agit d'une de ces représentations, actuellement très en faveur, de faits d'observation par un langage dont il convient de ne pas être dupe.

V. E. Malinowski : **Analyse génétique de la forme des semences du Phaseolus vulgaris.**

Etude détaillée de la manière dont la forme des graines se transmet à partir des hybrides de différentes races de Haricot et représentation des faits observés dans la théorie des facteurs.

M. M.

E. Gaumann. — **Matériaux pour la flore Cryptogamique Suisse.** Vol. V. fasc. 4. *Beiträge zu einer Monographie der Gattung* Peronospora *Corda* 360 p., 166 fig. Zürich, Frek Frères, 1923.

Il s'agit d'un important ouvrage de mise au point de nos connaissances sur la systématique des *Peronospora* et qui devra être consulté par tous ceux qui s'occuperont de ces parasites. Une clef permet de déterminer les différentes espèces helvétiques et chacune de celles-ci est décrite d'une manière très minutieuse, avec l'indication des

hôtes correspondants et celle de nombreuses localités où elles ont été rencontrées. D'abondantes figures renseignent sur les caractères spécifiques de l'appareil conidien.

Un tel ouvrage, par sa nature même, se prête mal à l'analyse, mais il n'est pas douteux qu'il rendra de grands services aux botanistes qui désireront déterminer avec sécurité les parasites dont il traite. Je tiens cependant à signaler une innovation apportée par l'auteur dans son ouvrage ; on sait que les dimensions des conidies constituent un élément important de la détermination des *Peronospora* ; M. Gaumann a tenu à préciser ce point d'une manière toute particulière en représentant le caractère en question par des courbes de fréquence relatives soit à la longueur, soit à la largeur des spores, et en montrant de plus par cette représentation la variabilité du caractère envisagé pour une même espèce suivant la nature spécifique de l'hôte ou la nature de l'organe attaqué d'un même hôte.

M. M.

Dr. J. W. Moll et Pharm. Dr. H. H. Janssonius : **Botanical Pen-Portraits.** (1 vol. 472 pp., 111 figures dans le texte ; Martinus Nijhoff, La Haye, 1923).

Le but principal de ce livre est de donner la description des caractères microscopiques d'un certain nombre de drogues végétales et autant que possible de toutes les parties de plantes utilisées en pharmacie.

Les auteurs ont, avec cet ouvrage, introduit en pharmacologie une modification de la méthode de description qu'ils ont appelée : méthode des « Pen-Portraits » ou des « Portraying-Descriptions », méthode dont le but est d'augmenter nos connaissances morphologiques, de donner une plus grande certitude à l'identification des drogues et d'apporter à la pratique micrographique une aide plus considérable que celle fournie par les livres déjà existants.

En tête du volume se trouve d'abord une liste des réactifs utilisés en micrographie, puis par ordre alphabétique les travaux cités au cours de l'ouvrage ; enfin vient l'étude d'une centaine de drogues (écorces, fleurs, feuilles, fruits, racines, etc.) et pour chacune d'elles sont donnés successivement : les caractères macroscopiques, les caractères anatomiques et une bibliographie très complète, et pour terminer une étude micrographique accompagnée d'un dessin schématique.

R. Douin

Nemours. — Imp. André Lesot. *Le Gérant :* Jacques Lesot.

OBSERVATIONS SUR DES FRUCTIFICATIONS DE GENRE *SPHYROPTERIS* STUR ET DE GENRE *BOWERIA* KIDSTON

PROVENANT DU WESTPHALIEN DU NORD DE LA FRANCE

par M. A. CARPENTIER

GENRE *SPHYROPTERIS* STUR

Les sporanges (ou microsporanges) sont fixés sur une bande étroite normale à la direction de la nervure médiane des folioles. D'après Stur, qui cependant n'a pas figuré de sporanges à un fort grossissement, les sporanges seraient munis d'un rudiment d'anneau apical.

« Les sporanges sont indépendants, sessiles, disposés en une série linéaire, d'ordinaire discontinue ; ils occupent la face inférieure de la bande fructifère... » (1).

Les plantes filicoïdes qui se rattachent au genre *Sphyropteris* ont des frondes très découpées, dont les ultimes divisions sont parfois linéaires.

On n'a jusqu'ici recueilli les *Sphyropteris* que dans le Westphalien. Dès 1883 et 1885 Stur en a signalé deux espèces dans le Westphalien de Belgique et deux autres espèces dans les couches de Schatzlar (Bohême et Basse-Silésie). En 1912, M. Gothan a décrit

(1) Cf. Stur : Zur Morphologie und Systematik der Culm und Carbonfarne (*Anzeiger d. k. Akademie der Wissenschatten*, Bd. LXXXVIII, I Abth., S. 23-27; Wien, 1883) — Die Carbon-Flora der Schatzlarer Schichten (*Abhandl. d. kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt*, XL Bd., I Abth., S. 16-26, Wien, 1885).

une nouvelle espèce, le *Sph. Frankiana*, dans le Westphalien du bassin de la Ruhr, à Dortmund (1).

Dans le Westphalien du Pas-de-Calais, nous avons eu l'occasion de signaler un *Sphyropteris* voisin du *Sph. Frankiana*, mais à l'état très fragmentaire (2).

La découverte récente de spécimens fertiles, relativement bien conservés, à la fosse d'Hérin (Mines d'Anzin, Nord), nous fournit l'occasion d'étudier le genre *Sphyropteris* et ses sporanges.

Description du *Sphyropteris* aff. *frankiana* (planche 10). — Le rachis principal de la portion de fronde représentée (fig. 1) est de premier ou de deuxième ordre, nous l'appellerons rachis I. Il est solide, large de 2 mm., à surface un peu rugueuse. Ce rachis et ses ramifications latérales (rachis II) sont rectilignes ; les rachis II sont ornés de fortes granulations et donnent naissance sous un angle ouvert aux rachis flexueux (III) qui portent les folioles alternes. Ces pinnules offrent de cinq à trois ou deux lobes qui ressemblent assez bien à ceux du *Sph. frankiana* Gothan (fig. 3). La forme, la largeur des lobes varient avec la situation des folioles ; dans la région distale d'un rachis II les pennes se réduisent et ressemblent à des folioles (fig. 5).

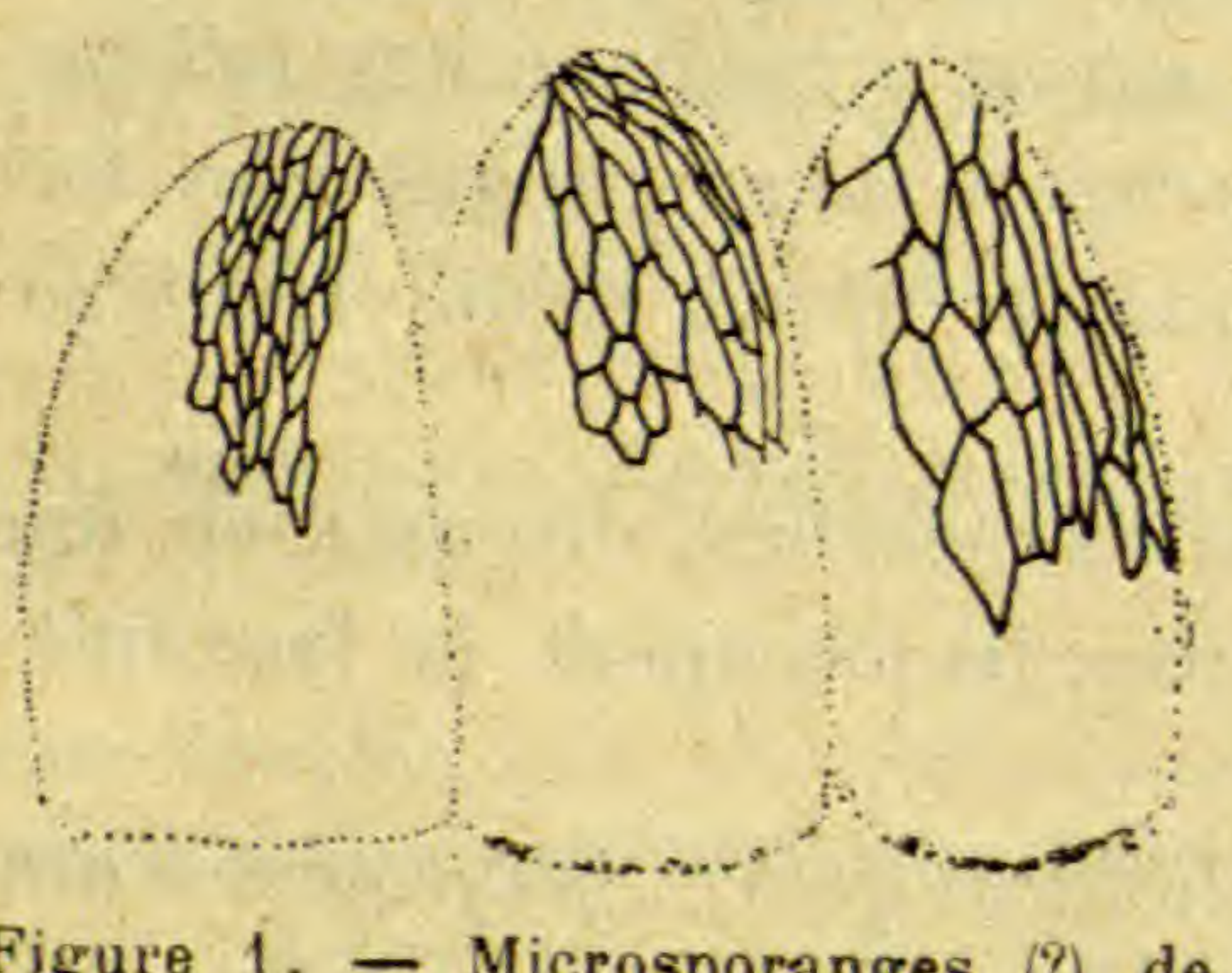


Figure 1. — Microsporanges (?) de genre *Sphyropteris*, d'après la figure 6, planche I. Divers aspects du réseau. Très grossi.

La flexuosité des rachis (III) est remarquable et doit être comparée celle du *Sph. frankiana*. Les lobes des folioles stériles sont plus larges dans notre spécimen que chez le *Sph. frankiana*, dont on ne connaît d'ailleurs que des fragments limités.

Les lames ou bandes sporangifères mesurent au maximum 5 millimètres de longueur et 1 mm. de largeur en leur région médiane. Elles varient d'ailleurs de taille et de forme, sont par places rectilignes et souvent dessinent un V très

(1) W. Gothan : Einige bemerkenswerte neuere Funde von Steinkolhenpflanzen in der Dortmunder Gegend (*Verhandl. d. Naturhistorischen Vereins d. preussischen Rheinlande u. Westfalens*, 69 Jahrgang, S. 246, Taf. V., 1912).

(2) Cf. *Annales Soc. Géol. du Nord*, t. XLIII, p. 313; pl. IV, fig. 6,7 ; pl. V, fig. 2, 1914.

ouvert; il faut tenir compte de ce fait que l'extrémité des folioles est plus ou moins enfoncée dans le schiste. Ces lames chargées de nombreux sporanges sont d'ordinaire épaisses et charbonneuses.

Les sporanges ne paraissent pas groupés en sores, mais ils sont souvent juxtaposés. La figure 6 (Planche 10) montre plusieurs sporanges insérés suivant une direction oblique et non normale ou parallèle aux bords de la lame fertile. Les sporanges sont ovoïdes; leur taille n'atteint pas 0 mm. 5.

Le réseau superficiel est bien visible. Il est formé de mailles larges semblables à celles des sporanges de genre *Urnatopteris* (1) et par place de cellules plus allongées et plus étroites qui nous semblent rappeler les cellules de la zone de déhiscence des sporanges de genre *Dactylotheca*. Il est impossible de ne pas être frappé par le contraste entre les deux sortes de cellules (fig. 1 dans le texte). A ce point de vue les sporanges en question méritent d'attirer l'attention des paléobotanistes, d'autant que la question de la présence d'un anneau apical, admise par Stur, est discutable. M. Kidston, qui a étudié les sporanges du *Sph. obliqua* Marrat sp. (= *Sph. Crepini* Stur), les considère comme dépourvus d'anneau; d'après ce savant la paroi cellulaire est formée de cellules allongées divergeant à partir d'une dépression apicale et le mode de déhiscence serait poricide (2). Si les sporanges de notre spécimen paraissent, par places, arrondis, cela nous semble dû à ce que les lames, vues face supérieure, montrent juxtaposées les impressions des sporanges, plus ou moins déformés par la compression.

L'étude des sporanges du *Sphyropteris* d'Hérin nous paraît plutôt suggérer une comparaison avec le genre *Dactylotheca* Zeiller qu'avec le genre *Urnatopteris* Kidston.

En tout cas, il s'agit sans doute comme M. Kidston est porté à le supposer (3), de microsporanges d'une Ptéridospermée.

Les frondes fertiles étaient-elles séparées des frondes stériles dans le genre *Sphyropteris*. Quelques observations plaideraient en

(1) Cf. Depape et Carpentier in *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XLII, pl. XII, fig. 9, 1913.

(2) R. Kidston in *Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, XXXV, p. 402; pl. I, fig. 3; 1889. — *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, ser. B, vol. 198, p. 439, 1906.

(3) R. Kidston in *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, ser. B, vol. 198; p. 439. — *Mem. Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique*, t. IV, p. 6; 1909.

faveur de cette conclusion. Nous avons récemment trouvé, à Vicoigne, de nombreux débris de frondes stériles d'un *Sphyropteris*, dont nous représentons un fragment (Pl. 11, fig. 1) et dont nous avons vainement cherché les lames sporangifères. De même R. Zeiller a comparé au *Sphyropteris Bœhnischi* Stur des fragments d'un *Sphenopteris* stérile le *Sph. Souichi* du faisceau maigre de Meurchin (Pas-de-Calais) et du faisceau gras de Denain (Nord) (1).

GENRE *BOWERIA* KIDSTON (2)

M. Kidston a été amené à distinguer du genre *Renaultia* Zeiller un genre nouveau dont les sporanges sont groupés d'ordinaire à l'extrémité des nervures comme chez les *Renaultia*, mais possèdent un anneau formé de deux rangées de cellules proéminentes. Les sporanges ovoïdes ou arrondis mesurent 0 mm. 4 de plus grand diamètre.

A moins d'avoir affaire à des sporanges très bien conservés il est impossible d'opter entre ces deux genres *Renaultia* et *Boweria*. Sous le nom de *Hapalopteris Schatzlarensis*, Stur, d'après M. Kidston, a désigné deux plantes différentes, un *Renaultia* et un *Boweria* (3).

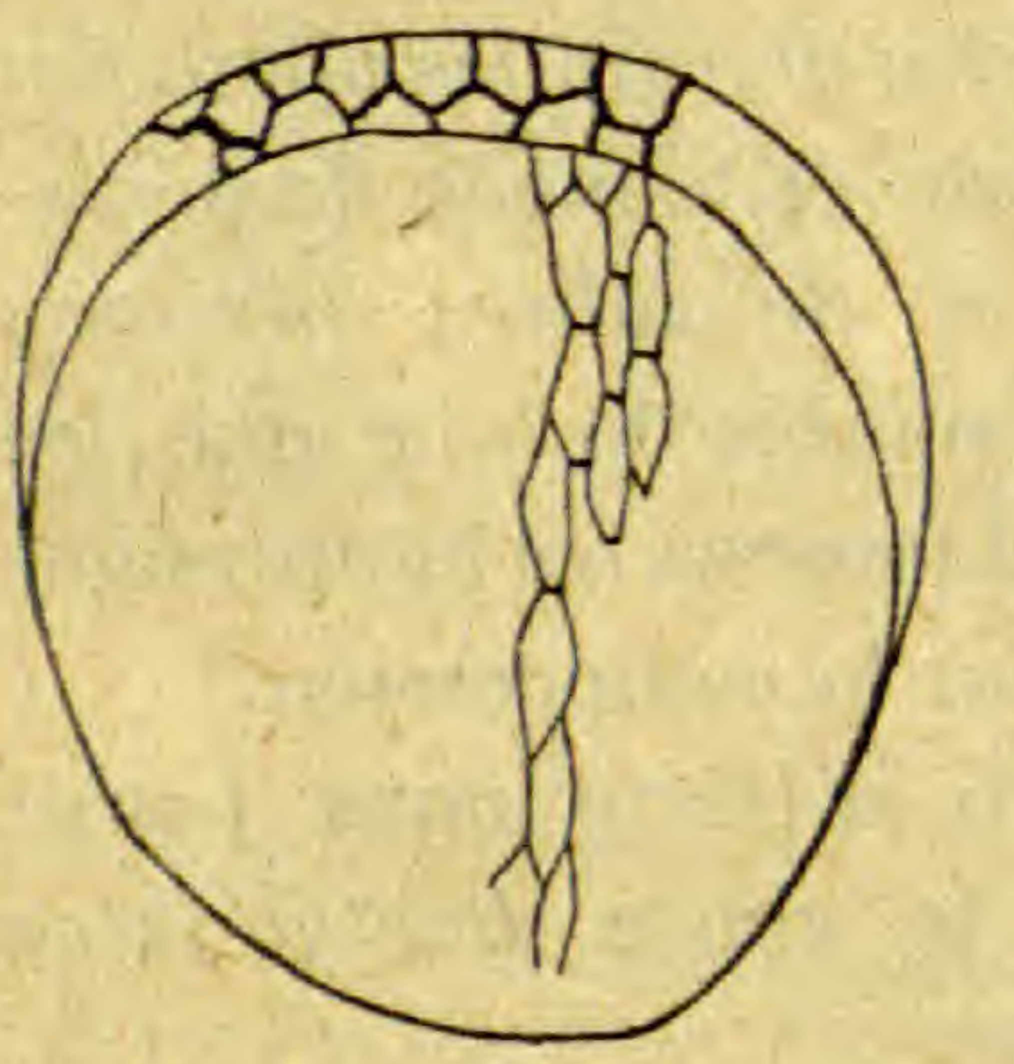


Fig 2. — Sporange du genre *Boweria*. Anneau et réseau superficiel.

***Boweria* aff. *schatzlarensis* Kidston gen. Stur sp.** (Planche 11, fig. 2 à 6). Une même plaque schisteuse porte des fragments de pennes stériles et d'autres fertiles d'un *Sphenopteris* que le mode de division de la fronde et la forme des lobes placent tout à côté, ce nous semble, du *Sphenopteris (Hapalopteris) Schatzlarensis* que Stur a figuré (planche XL, fig. 1, de sa *Carbon-Flora*).

Il nous paraît intéressant de signaler cette fougère fertile. Les

(1) R. Zeiller : Flore fossile du bassin houiller de Valenciennes, p. 111, (*Etudes des Gites minéraux de la France*, 1888).

(2) Cf. R. Kidston : Les Végétaux houillers recueillis dans le Hainaut belge (*Mém. Musée royal Histoire naturelle de Belgique*, t. IV, pp. 31-34, fig. 5 et 6. 1909).

(3) R. Kidston : Fossil plants of the Carboniferous rocks of great Britain (*Memoirs of the geological Survey of great Britain*, Palæontology, II, pt. 2, p. 124).

lobes des portions sporangifères peuvent être réduits et étroits, mais sur toutes les pennes de dernier ordre. Les sporanges subarrondis sont groupés par trois ou deux et parfois isolés. Ils sont entourés presque complètement d'une aréole en forme de croissant qu'il paraît logique d'attribuer à un anneau, suivant l'opinion exprimée par M. Kidston après l'étude de spécimens fertiles du *Boweria Schatzlarensis*. La figure 2 du texte montre l'anneau et les mailles étroites et allongées du réseau superficiel, très visible.

Conclusions

On signale à la fosse d'Hérin (Nord), à un niveau correspondant à la subdivision A^2 de R. Zeiller, des sporanges annelés de Fougères de genre *Boweria*.

Des microsporanges (?) de genre *Sphyropteris*, à réseau superficiel bien conservé et offrant deux sortes de mailles, ont été découverts dans le même gisement. Un *Sphenopteris* stérile de Vicoigne (Nord) est identique ou presque au feuillage du *Sphyropteris frankiana* Gothan.

Ce genre *Boweria* se rattache aux *Fougères*; il est problable que les *Sphyropteris* sont des *Ptéridospermées*, dont les graines demeurent toutefois inconnues.

EXPLICATIONS DES PLANCHES

PLANCHE 10

Figure 1. — *Sphyropteris* aff. *Frankiana* Gothan. Portion élevée de penne fertile; grossissement un peu plus de $\frac{5}{3}$; la flèche indique l'emplacement des lames sporangifères plus grossies fig. 2.

Provenance : Fosse d'Hérin, Mines d'Anzin (Nord).

Fig. 2. — Id. — Fragment de penne à lames sporangifères presque rectilignes. Gross. $\frac{4}{1}$.

Fig. 3. — Id. — Portion de penne fertile. Rachis nettement granuleux; lobes des folioles très bien dessinés. Lames sporangifères larges en V. Gross. $\frac{4}{1}$.

Fig. 4. — Id. — Quelques folioles fertiles. Gross. un peu plus de $\frac{4}{1}$.

Fig. 5. — Id. — Penne d'avant-dernier ordre, de situation distale. Gross. $\frac{4}{1}$.

Fig. 6. — Id. — Sporanges à réseau superficiel très apparent, grossis environ 16 fois.

PLANCHE 11

Fig. 1. — *Sphenopteris (Sphyropteris)* aff. *frankiana* Gothan; fragment de fronde stérile. Grandeur naturelle, à peu près. Origine : Vicoigne (Nord).

Fig. 2. — *Sphenopteris (Boweria)* aff. *schatzlarensis*, Kidston emend.

Portions de penne fertile. Gross. $\frac{2}{1}$. Provenance : fosse d'Hérin (Nord).

Fig. 3. — Id. — Les folioles grossies à peu près $\frac{7}{6}$, montrent bien leur forme et la distribution des sporanges.

Fig. 4. — Deux sporanges indiqués par la flèche. Gross. à peu près $\frac{12}{1}$.

Fig. 5. — Id. — Sporanges, anneau nettement marqué. Gr. id.

Fig. 6. — Plusieurs sporanges. Gr. id.

RECHERCHES

SUR

LE GAMÉTOPHYTE DES MARCHANTIÉES

par Ch. DOUIN

III. — LE THALLE STÉRILE DES MARCHANTIÉES DÉVELOPPEMENT BASILAIRE DES FEUILLES ET AUTRES ORGANES LATÉRAUX CHEZ LES MUSCINÉES

Tous les auteurs parlent de la crête végétative des hépaticologues allemands et de la segmentation de chacune de ses cellules sur les 4 faces : c'est à cela que se réduit, pour eux, le développement du thalle stérile. J'ai essayé de combler cette lacune. Le point de départ ne pouvait être que les « *gleiche Randzellen* » de Kny, ou la « *Scheitelkante* » de Schiffner, Müller, etc. J'ai essayé d'une telle crête avec ses cellules se segmentant toutes sur leurs 4 faces ; j'ai essayé d'une crête végétative horizontale comme la précédente, mais avec cellules se segmentant en dessus et en dessous seulement ; j'ai essayé enfin d'une crête végétative verticale, dont les cellules ne se segmenteraient qu'à droite et à gauche. Dans tous les cas, j'ai été conduit à des impossibilités. Forcément, j'ai dû admettre que le point de départ était faux, comme je l'ai montré dans un travail antérieur (1). Je ne m'attarderai pas davantage sur l'hypothèse des *Randzellen*, qui a été de nouveau réfutée par R. Douin (2), non seulement par le raisonnement, mais encore par l'observation directe, ce qui clôt définitivement le débat. En définitive, les Marchantiées se développent par une seule cellule terminale, *une initiale unique*,

(1) DOUIN Ch. : Le capitule du *Marchantia* expliqué par Leitgeb et ses disciples (*Rev. Gén. de Bot.*, pp. 57-71, 1920).

(2) DOUIN R. : Recherches sur les Marchantiées (*Rev. Gén. de Bot.*, 1921, p. 34).

comme dans toutes les autres Muscinées, on ne saurait trop le répéter. La matière de ce chapitre confirmera à nouveau ce résultat.

Le développement du thalle des *Marchantiées* est assez compliqué dans l'ensemble, tout en étant très simple dans les détails. Il se fait d'après un mécanisme fort curieux. Il ne faudrait pas croire que ce thalle s'accroît par son extrémité, *d'une manière régulière et continue, de telle façon que les tissus les plus jeunes soient aussi les plus près de l'initiale terminale.* C'est vrai pour les initiales secondaires, souvent aussi pour les cellules primaires, mais ce n'est plus vrai pour les autres cellules (formations secondaires). Ainsi, en ce qui concerne les ailes du thalle stérile, *la région voisine de la nervure est formée généralement* (c'est toujours vrai dans les thalles bien développés) *de cellules beaucoup plus jeunes que celles des bords ;* ainsi encore, sur la ligne médiane, il y a des cellules qui, bien que côte à côte, sont d'âges différents ; et, *il y a toujours des cellules plus âgées qui sont plus rapprochées de l'initiale terminale que d'autres plus jeunes.*

De tout temps, pour expliquer les faits, ou plutôt un ensemble de faits se rapportant à un même ordre de choses, les savants ont imaginé des théories. C'est en démontrant la non-existence de la *Scheitelkante* que m'est venue l'idée de la *théorie des mérophytes.* Je pensais alors que, si chaque cellule de cette crête végétative terminale se segmentait sur ses 4 faces, on aurait un nombre plus ou moins grand de thalles simples parallèles et longitudinaux, soudés et développés solidairement, dont l'ensemble formerait le thalle stérile complet. Comme on le verra plus loin, les lois de la coalescence des tissus que j'ai établies, montrent que *cette hypothèse donnerait des thalles distincts, soudés à leur base et rayonnant forcément en éventail.* Quoi qu'il en soit, cette hypothèse m'a fait découvrir que le thalle stérile était bien formé de parties thalliennes juxtaposées (mérophytes), mais disposées tout autrement, comme on va le voir.

A. Généralités et Définitions.

Pour l'intelligence du texte, il est indispensable de donner la définition de divers termes techniques et quelques généralités.

a) *Composition du thalle.*

Le thalle stérile des Marchantiées s'accroît, ai-je dit, par une cellule unique que j'appelle ***initiale terminale*** (ou encore initiale principale ou initiale-mère). Celle-ci détache, ***sur ses 4 faces latérales et dans un ordre déterminé,*** 4 séries de cellules que j'appelle ***initiales secondaires*** (ou initiales-filles).

Chacune des initiales secondaires, par ses segmentations primaires et les divisions secondaires qui suivent, donne un ensemble de cellules que j'appelle un *mérophyte.* Il y a ainsi, dans un thalle stérile 4 séries longitudinales d'initiales secondaires régulièrement espacées et 4 séries correspondantes de mérophytes (fig. 98). ***Les initiales secondaires latérales donnent les mérophytes latéraux qui forment les ailes du thalle stérile ; les initiales secondaires-médianes-inférieures donnent les mérophytes médians-inférieurs ; les initiales secondaires-médianes-supérieures donnent les mérophytes-médians-supérieurs ; et l'ensemble de ces 2 sortes de mérophytes médians superposés forme la nervure du thalle stérile sous laquelle naissent les écailles et les poils absorbants.*** Ces 2 dernières sortes d'organes se montrent parfois aussi, quoique fort rarement (*M. polymorpha*), sous les ailes ; par contre, toute la partie supérieure du thalle, les ailes comme la nervure, donnent des chambres aérifères, sauf chez le *Dumortiera* où ces chambres sont rudimentaires et réduites à un réseau de petites côtes saillantes (1).

Il résulte de ce qui précède que les expressions, *nervure* et *ailes*, laissées jusqu'à ce jour dans le vague par tous les auteurs, reçoivent ici une définition tout à fait précise, attendu que la nervure correspond exactement aux mérophytes médians que délimitent non moins exactement les écailles ventrales comme on le verra plus loin ;

(1) Tous les hépaticologues interprètent ainsi le réseau superficiel du *Dumortiera* ; mais aucun, que je sache, n'en donne une raison valable. Lorsqu'on examine le voisinage d'un sommet végétatif chez les *Marchantiées*, on y voit tout autour un thalle lisse, solide et de couleur paraissant plus foncée ; ce n'est qu'un peu plus loin qu'on trouve des chambres aérifères avec stomates ; mais avec l'accroissement du thalle, la partie lisse et sombre indiquée ci-dessus se trouve un peu écartée du sommet végétatif et on la voit se couvrir de chambres aérifères. Or, chez le *Dumortiera*, on constate aussi l'existence d'une couronne lisse autour du sommet végétatif, le réseau superficiel ne commençant qu'un peu plus loin ; et, de même que ci-dessus, au fur et à mesure que le thalle s'accroît, la partie d'abord lisse se recouvre aussi de côtes saillantes : de là à assimiler ce réseau de lignes saillantes avec les chambres aérifères, il n'y a qu'un pas qu'il est impossible de ne pas franchir.

en même temps, on comprend fort bien pourquoi la nervure, formée par 2 séries superposées de mérophytes, est plus épaisse que les ailes formées d'une seule série de ces organes, bien que, par solidarité, les mérophytes latéraux soient plus épais à côté de la nervure. En outre, le thalle stérile montre des parties saillantes, soit en dessus (corbeilles à propagules, andrœcies sessiles), soit en dessous (écailles et poils absorbants). Enfin, le thalle stérile peut encore donner naissance, soit à d'autres thalles stériles (1), soit à des thalles différenciés (appareils ♂ ou ♀ pédonculés).

Tous les appareils reproducteurs et propagulifères naissent presque au sommet du thalle de l'initiale secondaire médiane supérieure (pousses surapicales des andrœcies sessiles et des Marchantiées non sillonnées) ou inférieure (pousses subapicales ♂ ou ♀ des Marchantiées sillonnées). L'initiale secondaire qui leur donne naissance reste initiale secondaire dans le cas de mérophytes différenciés ou non ; elle donne une initiale terminale quand elle produit un organe extérieur au thalle stérile (pousses thalliennes de régénération, appareils ♂ ou ♀ pédonculés).

b) *Initiales et multiplication cellulaire*

Les initiales sont les cellules qui commencent et forment les divers organes. Ce qui les caractérise, c'est qu'après chaque division cellulaire qu'elles donnent, *elles grandissent de façon à reprendre leur grandeur et leur forme primitives. Toute initiale est créée pour un but déterminé* dont elle ne s'écarte jamais sauf dans les cas de force majeure.

On distingue 3 sortes d'initiales qui sont issues directement l'une de l'autre : l'initiale *terminale* la plus importante et la mère de toutes les autres et par suite de tous les organes, les initiales *secondaires* issues de la précédente et les initiales *basilaires* formées par les initiales secondaires.

Les initiales peuvent se diviser de 2 façons : *par bipartition* et *par segmentation sur leurs faces latérales.* Dans la bipartition, l'initiale se partage en 2 initiales de même valeur que celle dont elles sont issues ; dans la segmentation, l'initiale détache successivement des cellules sur ses faces latérales. Dans le premier cas, l'initiale

(1) DOUIN Ch. : Recherches sur le Gamétophyte des Marchantiées. — I. Régénération du thalle chez les Marchantiées. (*Rev. gén. de Botanique*, p. 216, 1923).

primitive disparaît ou plutôt se transforme en 2 autres qui atteignent la même grandeur que la première ; dans le second, après chaque segmentation, ce qui reste de l'initiale grandit de façon à rester, comme on l'a vu, à peu près identique à elle-même.

Quand une initiale s'est segmentée successivement sur ses différentes faces, et dans un ordre déterminé, elle a accompli ce que j'appelle *une série de segmentations ;* ensuite, elle recommence, toujours dans le même ordre, de façon à produire de nouvelles séries de segmentations. En outre, les initiales sont les excitatrices de la multiplication secondaire dont il va être question ; et l'on peut dire que *partout où se forment des tissus nouveaux, il y a des initiales qui les produisent ou les provoquent par leurs segmentations.*

Les cellules issues directement des initiales forment la segmentation primaire ou première (multiplication primaire, cellules primaires) *qui, par sa régularité, donne aux organes leur forme ; la multiplication des cellules primaires précédentes forme la multiplication secondaire* (formations secondaires, cellules secondaires, ou encore développement intercalaire des auteurs) *qui donne aux organes leur grandeur*, assez souvent sans changer leur forme ; mais, cette grandeur est parfois fort variable, en raison de l'étonnante variation de la multiplication secondaire selon les circonstances, comme on le verra plus loin. Dans la multiplication secondaire, généralement chaque cellule se divise en 2 autres à peu près égales ; celles-ci se divisent de même par bipartitions successives, tant que s'accroît l'organe qu'elles composent.

Les cellules ainsi produites (multiplication secondaire) *ne changent pas les caractères des organes :* si ceux-ci sont soudés après la segmentation primaire, ils restent soudés après la multiplication secondaire ; s'ils sont arrondis ou émarginés après la segmentation primaire, ils restent arrondis ou émarginés après la multiplication secondaire, etc.

La multiplication secondaire, se faisant forcément à l'intérieur de chaque cellule primaire, on comprendra que tout raisonnement, *toute démonstration concernant les cellules primaires sera valable aussi pour l'ensemble résultant de la multiplication secondaire (principe d).* Cependant, les organes subissent parfois des changements qui peuvent modifier plus ou moins leur forme et l'agencement primitif des cellules primaires. Je citerai comme exemples les 3 cas

suivants : 1° il y a parfois une multiplication secondaire qui n'aurait pas lieu normalement ; elle se produit lorsque 2 organes étant soudés, l'initiale de l'un cesse de fonctionner pendant que l'initiale de l'autre continue à le faire ; dans ce cas, les cellules du premier, soudées avec celles du second, continuent à se multiplier et à s'allonger pour suivre le mouvement : c'est ce que j'appelle le développement *par entraînement* ou *par solidarité* : on en verra plus loin un très bel exemple chez le *M. polymorpha* ; 2° dans les capitules des *Reboulia, Marchantia*, etc., ce sont les formations secondaires de certaines parties des thalles capitulaires qui forment le développement *inégal* de ces capitules ; 3° enfin, les multiplications secondaires, étant parfois plus ou moins irrégulières par places, il en résulte des tassements, des refoulements de cellules qui détruisent l'ordre primitif des cellules primaires : on en trouve de beaux exemples dans les feuilles des Mousses et certains capitules.

Toutes ces multiplications secondaires des cellules primaires, l'agrandissement ou l'élongation des cellules obtenues, tout cela forme le *développement intercalaire* qui se trouve ainsi nettement précisé. J'appellerai surtout l'attention sur la distinction entre la multiplication primaire et la multiplication secondaire, distinction qui ne me paraît pas encore avoir été faite jusqu'ici dans les Muscinées. En somme, cette nouvelle manière de comprendre le développement intercalaire repose tout entier sur ce fait que *les cellules détachées de l'initiale terminale sont aussi des initiales*, comme je le démontrerai plus loin.

c) *Développement des organes.*

On distingue diverses sortes de développement des organes : le développement *terminal* et le développement *basilaire*, qui sont les 2 développements principaux ; et le développement *intercalaire*, qui se superpose aux précédents et les complète. Ce dernier présente, comme je l'ai dit, des variations notables formant les développements *inégal* et *par solidarité*.

Les 2 développements principaux s'appliquent à des organes bien différents ; le développement terminal, dû à l'initiale terminale, s'applique aux organes essentiels et primordiaux (thalle et tige des Muscinées) ; le développement basilaire, dû aux initiales basilaires, convient aux appendices ou organes latéraux des thalles et des

tiges (feuilles, involucres, archégones, écailles, périanthes, etc.). En outre, le *développement des mérophytes* (1) fait partie intégrante du développement terminal et est dû aux initiales secondaires.

Dans le développement terminal, les organes primordiaux (thalle ou tige et mérophytes) sont dus *à une cellule unique*; par contre, les organes à développement basilaire (feuilles, périanthes, etc.) sont presque toujours formés *par plusieurs initiales* se développant solidairement ; il n'y a d'exceptés que quelques organes secondaires comme les paraphylles de certaines Mousses, les écailles involucrales des thalles fructifères et les poils chlorophylleux de quelques Marchantiées (*Corbierella*).

Je vais examiner maintenant les 2 développements principaux (développements terminal et basilaire) dont il vient d'être parlé ; quant au développement intercalaire, il en sera question secondairement en même temps que des 2 précédents.

B. Développement terminal et formation du thalle stérile.

Le développement du thalle stérile se décompose en 2 temps :

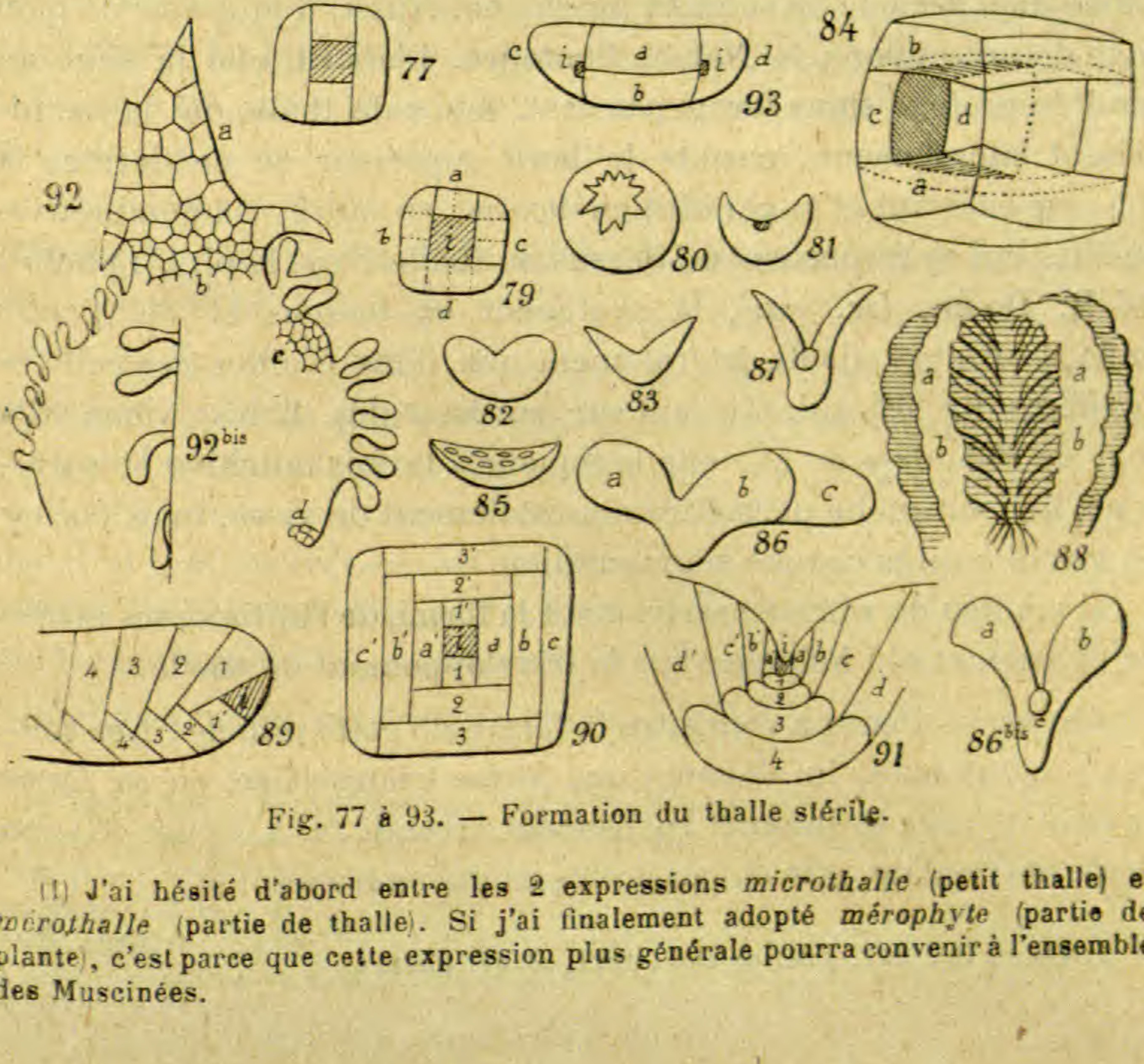


Fig. 77 à 93. — Formation du thalle stérile.

(1) J'ai hésité d'abord entre les 2 expressions *microthalle* (petit thalle) et *mérothalle* (partie de thalle). Si j'ai finalement adopté *mérophyte* (partie de plante), c'est parce que cette expression plus générale pourra convenir à l'ensemble des Muscinées.

1° d'abord, l'initiale terminale *se segmente successivement sur ses 4 faces* pour former les initiales secondaires ; 2° ensuite, ces initiales secondaires, *par leur segmentation primaire et la multiplication secondaire subséquente* (ou développement intercalaire), produisent les divers mérophytes dont la juxtaposition, ou plus exactement la soudure, constitue le thalle stérile.

Je vais indiquer successivement les caractères des initiales principales et secondaires et des mérophytes qui en sont issus, le développement du thalle et sa curieuse progression en avant.

a) *Initiale terminale.*

L'initiale terminale, comme son nom l'indique, termine le thalle stérile : c'est l'organe le plus important de ce dernier, mais aussi le plus délicat. Vienne une sécheresse quelque peu prolongée, une gelée inattendue, la naissance d'un appareil ♀, une exposition où la lumière est fort diminuée, et cette initiale est souvent atteinte mortellement. Tout à l'heure si active et formant les initiales secondaires d'une manière continue, elle va s'arrêter désormais dans une forme immuable, prélude de sa mort prochaine. Aussi, il faut voir de quel luxe de précautions, la Nature l'entoure. D'abord, elle la situe au fond du profond sinus formé par les 2 lobes du thalle qui la garantissent latéralement ; ensuite le bord supérieur de ce dernier la dépasse en avant et la garantit en dessus ; en outre, les nombreuses écailles qui se recourbent au-dessus du thalle (voy. la pl. 17, photo I de R. Douin, *loc. cit.*), la protègent en-dessous et en avant ; enfin, la Nature ajoute latéralement aux dites écailles ces cellules aquifères (fig. 92) qui, pivotant sur leur base (fig. 92 bis), viennent à tour de rôle, déposer sur elle la liqueur à la fois nutritive et salvatrice, liqueur qui lui permettra non seulement de vivre, mais encore de grandir après chaque segmentation.

Il y a lieu de voir successivement la forme de l'initiale, ses modes de division et son influence sur le développement du thalle.

Forme. — Peut-on connaître la forme de cette initiale ? Les coupes longitudinales lui donnent une forme triangulaire, ou *en forme de coin* (1) avec le sommet légèrement arrondi (*a, b, c*, fig. 97) ; en coupe horizontale, elle apparaît plus ou moins trapézoïde.

(1) DOUIN R. : *Rev. gén. de Bot.*, 1921, pl. 17, photo I.

D'après ces considérations, on voit que l'initiale terminale, *dans les Marchantiées,* a la forme d'un solide pyramidaloïde tronqué à 4 faces latérales, dont la base externe est libre et plus ou moins bombée, tandis que le sommet interne, généralement plus étroit serait une arête quelque peu tranchante. La fig. 84 donnera une idée approximative de la forme de cette cellule. Le raisonnement employé plus loin, à propos de la segmentation de cette initiale montre que celle-ci a bien 4 faces latérales ; c'est également la conclusion d'un de mes articles antérieurs (1).

Enfin, la place des initiales secondaires latérales *qui sont plus ou moins écartées de la ligne médiane,* montre que l'initiale terminale n'a pas une forme cunéiforme *dans les Marchantiées.*

Divisions. — Comme toutes les initiales, l'initiale terminale subit 2 sortes de divisions : 1° *elle peut se diviser en 2 cellules égales qui deviennent chacune une initiale terminale de même valeur que la première :* c'est ce qui se produit quand le thalle s'apprête à se bifurquer ; 2° *elle détache successivement, sur ses 4 faces latérales, des cellules* que j'appelle initiales secondaires : c'est la segmentation primaire de l'initiale terminale ; et, ici, il n'y a pas de multiplication secondaire. La bipartition est prouvée, non seulement par diverses anomalies (2), mais aussi par la bifurcation normale, comme je le démontrerai.

Quand une cellule s'est détachée de l'initiale, celle-ci reprend sa grandeur primitive avant de se segmenter à nouveau, ce que ne peut représénter la fig. 84 où les 4 segments détachés successivement sont figurés à la fois ; une série de segmentations se compose ainsi de 4 cellules. Il me reste à justifier ce nombre et à indiquer dans quel ordre se font les segmentations.

1° Si l'initiale ne se segmentait qu'à droite et à gauche, les organes ♂ et ♀ et les corbeilles à propagules ne pourraient pas être sur la ligne médiane et longitudinale du thalle ; donc elle doit se segmenter autrement, c'est-à-dire au moins en dessus ou en dessous. Si l'initiale ne se segmentait que d'un côté, le thalle n'aurait pas

(1) Douin Ch. : Recherches sur le Gamétophyte des Marchantiées. — I. Régénération du thalle des Marchantiées. *(Rev. gén. de Botanique,* p. 226, 1923).

(2) Douin Ch. : Recherches sur le Gamétophyte des Marchantiées. — II Les enseignements des anomalies chez les Marchantiées. *(Rev. gén. de Botanique,* p. 275, 1923).

2 moitiés longitudinales égales comme c'est la règle ; il présenterait forcément une sorte d'aile latérale d'un côté seulement. Donc, l'*initiale se segmente bien à droite et à gauche.*

2° Si l'initiale ne se segmentait qu'en dessus et en dessous, les andrœcies sessiles, les corbeilles à propagules occuperaient toute la largeur du thalle en dessus ; et les écailles ventrales occuperaient aussi toute la largeur du thalle en dessous ; comme il n'en est rien, c'est que l'initiale doit se segmenter à droite et à gauche, comme on l'a vu plus haut. Si l'initiale se segmentait seulement en dessus et non en dessous, la régularité des 2 séries d'écailles ventrales opposées ne pourrait s'expliquer ; par contre, si l'initiale se segmentait en dessous et non en dessus, ce serait la présence des andrœcies sessiles et des corbeilles à propagules dont on ne pourrait rendre compte. Donc, *l'initiale se segmente à la fois en dessus et en dessous.* La photo I, pl. 17, de R. Douin ne laisse aucun doute sur cette affirmation.

3° Si l'initiale commençait par se segmenter en dessous et en dessus avant de se segmenter latéralement, le résultat serait identiquement le même que dans la supposition précédente, ce qui n'a pas lieu ; donc l'*initiale commence par se segmenter à droite et à gauche.*

4° La segmentation de l'initiale se fait *suivant un ordre déterminé, toujours le même* pour les diverses séries de segmentations, sans quoi le thalle n'aurait pas cette régularité, cette symétrie bilatérale frappante qu'on lui voit constamment.

Pour augmenter la conviction, je vais montrer que l'initiale n'est ni à 3, ni à 5 faces, ni à un nombre de faces plus grand.

Si l'on suppose une initiale à 3 faces, il y en aura 1 ventrale et 2 dorsales ou réciproquement. Dans la première supposition, la segmentation sur la face ventrale nous amène aux conditions indiquées dans le paragraphe 2° ci-dessus, tandis que la segmentation à la face dorsale conduit au paragraphe 1°, conditions qui n'existent pas plus dans un cas que dans l'autre. Ce serait le contraire si l'on supposait une initiale à 2 faces ventrales et une dorsale où les conditions obtenues n'existent pas davantage.

Par un raisonnement convenable, on prouverait facilement aussi que l'initiale n'est pas à 5 faces, etc.

En résumé, *l'initiale terminale se segmente sur ses 4 faces laté-*

rales, à droite et à gauche d'abord, en dessous et en dessus ensuite ; elle est ainsi entourée par 4 cellules ou groupes de cellules (mérophytes) qui la protègent latéralement ; seul le sommet bombé situé en avant est libre.

La segmentation, qui vient d'être indiquée, constitue le fonctionnement *libre* et *normal* de l'initiale terminale que l'on rencontre sur tous les thalles stériles. A part les anomalies du *P. elongatum*, je ne connais qu'un seul exemple d'initiale terminale se segmentant sur 3 faces seulement : c'est celui des appareils ♂ ou ♀ pédonculés avec la pousse subflorale correspondante. Dans ce cas, je dis que le fonctionnement est *entravé*, attendu que la segmentation ne se fait pas sur les 4 faces de l'initiale.

Influence de l'initiale terminale. — Le fonctionnement de l'initiale terminale peut se trouver arrêté par diverses causes ; l'une des plus communes est la naissance au-dessous d'elle d'un appareil ♂ ou ♀. En effet, les appareils fructifères sont toujours des privilégiés. Dans ce cas, il ne reste plus à l'initiale qu'à se sacrifier et périr, ou bien à aller chercher ailleurs une situation meilleure, comme elle le fait dans la bifurcation contrariée.

Si l'initiale vient à s'arrêter dans son fonctionnement, la multiplication secondaire, dans les mérophytes voisins, ne continue pas longtemps ; et ces derniers ne tardent pas à se figer dans une grandeur désormais invariable, laquelle est beaucoup plus petite que si l'initiale terminale eût continué à se segmenter. C'est ainsi que les appareils ♂ et ♀, quand ils arrêtent l'initiale terminale, n'ont qu'une racine très réduite et peu enfoncée dans le thalle stérile, ce qui amène, dans certains genres, une consolidation par le moyen d'une pousse subflorale, comme je l'ai déjà indiqué. Il en résulte une saillie sous l'extrémité du thalle que je prenais jadis pour l'origine de l'appareil ♀ ; du moins si cette saillie n'appartient pas à l'appareil fructifère, elle indique sa naissance au-dessus ; j'ai maintes fois constaté l'existence de cette saillie chez les *Reboulia, Grimaldia, Fimbriaria, Marchantia,* etc.

L'initiale peut cesser de se segmenter, tout en restant vivante ; elle peut se remettre à fonctionner au bout d'un temps plus ou moins long et à plusieurs reprises. Si le repos est court, le thalle continue à se développer comme précédemment ; et c'est à peine si

l'on peut constater l'arrêt par un léger rétrécissement latéral du thalle. Si, au contraire, le repos est prolongé, les mérophytes voisins cessent de grandir et *se fixent au sol* par leurs poils absorbants ; et, quand l'initiale se remet en activité, le nouveau thalle continue l'ancien par une partie d'autant plus étroite que le repos aura été plus long ; les fig. 30 et 31 de R. Douin (1) en montrent de beaux exemples chez le *Fegatella*.

b) *Initiales secondaires.*

Les initiales secondaires, comme l'initiale terminale, peuvent se diviser de 2 manières : 1° par bipartition pour former de nouvelles initiales secondaires ; mais, cela ne se produit que dans les bifurcations, solidairement avec les initiales terminales voisines ; 2° en détachant des cellules primaires sur leurs faces latérales, comme je vais essayer de le démontrer, ce qui constitue aussi leur véritable segmentation. Quant au nombre des séries de cellules détachées, il est toujours très peu élevé, deux très probablement dans les mérophytes stériles.

Les initiales secondaires sont, comme on l'a vu, les cellules qui se détachent successivement de l'initiale terminale sur ses 4 faces latérales. *Sont-elles des cellules ordinaires ou des initiales à segmentation spéciale qui fait qu'elles restent à peu près identiques à elles-mêmes ?* — Les anomalies des andrœcies partielles signalées chez le *Reboulia* et le *Plagiochasma* indiquent bien que la cellule initiale de ces andrœcies, située sur la ligne médiane, s'est segmentée à droite et à gauche, tout en restant distincte au centre sur la partie médiane du thalle. On a vu aussi que l'andrœcie partielle du *Plagiochasma* formée, soit par un tiers, soit par deux tiers d'andrœcie normale, se continue parfois sur la partie stérile du thalle par une ligne assez nette. Je déduis de ce fait que l'andrœcie normale occupe exactement la place qu'aurait occupée le mérophyte stérile correspondant, si la cellule initiale ne s'était pas différenciée en cellule ♂. La forme normale des andrœcies du *Reboulia* et du *Plagiochasma* ne peut avoir lieu sans une segmentation de l'initiale à droite et à gauche Etant à peu près 2 fois plus larges que longues, cela indique forcément qu'il y a 2 fois plus de segmentations en largeur qu'en lon-

(1) Douin R. : *Rev. générale de Bot.* 1921, p. 17.

gueur ; et, comme conséquence, que la cellule initiale ne s'est segmentée que sur 3 faces. En-dessous, les écailles ventrales, sur 2 rangées symétriques, opposées et séparées par un espace libre plus ou moins étroit où gisent les initiales, indiquent bien aussi une segmentation à droite et à gauche ; plus tard les écailles se trouvent plus écartées (comparez les fig. 99 et 101), et l'écartement ne peut être dû qu'aux formations secondaires de la deuxième série de segmentations. De plus, les dimensions relatives des insertions des 2 séries d'écailles, comparées à la largeur qui les sépare, indiquent bien encore que les segments sont 2 fois plus nombreux en travers qu'en long, et que, par suite, la cellule initiale qui les a produites ne s'est segmentée que sur 3 faces.

La segmentation des initiales secondaires est encore prouvée par la forme régulière et toujours la même du thalle stérile qui indique bien une segmentation ordonnée, régulière et constante, attendu que les divisions cellulaires sans ordre bien défini comme dans la multiplication secondaire, ne peuvent pas donner des organes *de forme constante, régulière et bien définie,* comme c'est le cas des écailles ventrales, des andrœcies du *Reboulia*, de celles du *Peltolepis,* de la corbeille à propagules du *Marchantia*, etc. Dans les 2 derniers exemples, la segmentation est forcément différente, puisque les organes cités sont arrondis, ce qui ne peut avoir lieu qu'au moyen d'une segmentation de l'initiale sur ses 4 faces. Ainsi, l'initiale de la corbeille à propagules du *Marchantia* se segmente sur ses 4 faces et verticalement, mais dans un ordre différent de celui de l'initiale terminale du thalle stérile, d'abord du côté de la base du thalle, ensuite à droite et à gauche et finalement du côté du sommet du thalle (fig. 79); la forme des jeunes corbeilles très hautes en arrière (fig. 80), beaucoup plus basses en avant avec des dimensions intermédiaires sur les côtés fournit la preuve de ce qui vient d'être avancé. Ce mode de segmentation est en effet le seul qui puisse expliquer convenablement la forme circulaire de la corbeille et l'inégalité frappante de ses bords quand ils sont jeunes.

Les initiales secondaires médianes, qui donnent les anthéridies chez le *Sauteria* doivent avoir encore un autre mode de segmentation. Dans le *Reboulia*, les 2 petites andrœcies anormales sont à la fois *opposées* et assez *espacées*; dans le *Sauteria*, elles sont très nettement *alternes* et *rapprochées*. Cela provient de ce que les ini-

tiales secondaires médianes ne se segmentent que sur 2 faces, *alternativement à droite et à gauche,* comme on le voit dans la fig. 106 bis. Il doit en être de même chez le *Tesselina, le Sphærocarpus* et *le Metzgeria* pour la même raison.

Aussi, ma conclusion sera la suivante : à part quelques organes cités précédemment, les andrœcies composées de l'*Exormotheca* et autres genres, dont l'initiale ou les initiales se segmentent sur 2 ou 4 faces, *la grande majorité des initiales secondaires médianes* se segmentent sur 3 faces, à droite et à gauche comme on le voit en *a* et *b* (fig. 40) (1) et ensuite du côté de la base du thalle (*c*, même fig.) ; elles ne se segmentent pas du côté de la face soudée au mérophyte médian, immédiatement plus jeune.

Restent les cellules détachées latéralement de l'initiale terminale. A ce sujet, voici une observation que j'ai faite plus de cent fois et que tout le monde peut faire facilement chez les *Reboulia, Clevea, Plagiochasma, Preissia,* etc. Si l'on examine par-dessous et à différentes époques des thalles de ces plantes, on voit souvent, à droite et à gauche des écailles ventrales, 2 bandes symétriques *ab, ab* (fig. 88) d'un beau vert et tranchant nettement sur le reste du thalle, qui est partout ailleurs d'un rouge-noirâtre-foncé. Ces bandes vertes sont sinueuses et les sinuosités se correspondent très exactement de chaque côté des 2 bandes vertes, les bords concaves d'un côté correspondant aux bords convexes de l'autre côté. On a, de ce fait, l'impression que *ces 2 bandes vertes sont des tissus nouvellement formés et postérieurs au reste du thalle.* J'ai d'ailleurs vérifié le fait par l'observation directe. Dans une culture négligée du *P. rupestre,* j'ai étiqueté une demi-douzaine de thalles, dont le dessous était partout d'un noir-rougeâtre-uniforme, ce qu'il est possible de constater sans entraver le développement des thalles, attendu que *ceux-ci végètent leur extrémité plus ou moins redressée.* La culture a été alors régulièrement arrosée ; et, au bout d'une quinzaine de jours, les 6 thalles en observation montraient les 2 bandes vertes caractéristiques. Si l'on fait la même observation chez le *Reboulia,* on est frappé de voir que les lobules latéraux du thalle, si nets dans ce genre (2) correspondent aussi aux sinuosités des 2 bandes vertes ;

(1) Douin Ch. : Les enseignements des anomalies (*Rev. gén. de Bot.* 1923, p. 275).

(2) Douin Ch. : Les enseig. des anom. (*Rev. gén. de Bot.* 1923, fig. 28, 29, p. 275).

de plus, ces sinuosités correspondent également aux séries d'écailles ventrales qui sont en même nombre. Cet ensemble de faits constants et toujours concordants ne peut-être le résultat du hasard et ne peut s'expliquer logiquement que par des initiales. Celles-ci doivent se segmenter sur 3 faces : latéralement d'abord, vers la base et le sommet du thalle ensuite. Cette hypothèse est la seule qui puisse rendre compte à la fois des sinuosités des bandes vertes, des écailles alternantes et des lobules latéraux parfois émarginés du thalle. Les initiales secondaires latérales apparaissent ainsi comme les régulatrices de la largeur du thalle ; elles doivent donner deux séries de segmentations : les 2 bandes vertes indiquées ci-dessus appartiennent sûrement aux formations secondaires de la deuxième série, tandis que les 2 parties externes et violacées du thalle ont été données par celles de la première. Dans l'anomalie du *Reboulia* les deux petites andrœcies partielles (1) ont été de même écartées par les formations secondaires de la deuxième série des segmentations de l'initiale qui a donné ces 2 andrœcies. La fig. 99, où les écailles ventrales se trouvent aussi assez écartées conduit à la même conclusion ; enfin, les fig. 88, 96, 99 et 101 annoncent de même une deuxième série de segmentations chez les initiales secondaires latérales.

Les écailles ventrales du *M. polymorpha* conduisent encore au même résultat. Tous les auteurs disent que cette espèce possède 3 sortes d'écailles ventrales : 2 séries d'écailles à sommet arrondi sous les ailes ; 2 séries d'écailles normales sous la nervure que tout le monde peut voir facilement et 2 séries d'écailles étroites et allongées, dont je n'ai jamais pu constater la présence, et situées près de la ligne médiane et longitudinale du thalle. Si ces dernières écailles existent bien sur certains thalles privilégiés elles sont sûrement dues à la deuxième série des segmentations des initiales secondaires-médianes-inférieures. Je suis d'autant plus disposé à admettre leur existence dans certains cas, que j'ai vu, sous des thalles (pas chez tous) du *M. paleacea*, 4 séries d'écailles médianes opposées 2 à 2, les internes alternant avec les externes. Dans le *M. polymorpha*, il y a, sous les ailes, non pas 2 séries d'écailles, mais 4 séries, opposées 2 à 2 et alternant comme ci-dessus ; elles

(1) Douin Ch. : Les ens. des an., loc. cit., fig. 36, p. 275.

indiquent aussi 2 séries de segmentations chez les initiales secondaires latérales.

En résumé, *les cellules détachées latéralement sur les 4 faces de l'initiale du thalle stérile, sont aussi des initiales,* puisqu'elles se segmentent régulièrement sur 3 faces, plus rarement sur 2 ou 4, de façon à donner très vraisemblablement *2 séries de segmentations.* Enfoncées dans les tissus, on peut comprendre que les initiales secondaires latérales puissent rester plus longtemps vivantes que les autres cellules et qu'elles puissent reprendre une vie active quand les cellules voisines pourries et décomposées leur auront rendu la liberté. Il en est de même des initiales secondaires-médianes-supérieures qui, bien que presque superficielles comme les inférieures correspondantes, se trouvent enfouies dans le tissu après le soulèvement cellulaire qui produit les chambres aérifères. Quant aux initiales secondaires-médianes-inférieures, elles pourront donner en tout temps de nouvelles pousses ; elles pourront aussi se conserver longtemps vivantes grâce au thalle qui les recouvre et les protège.

Les initiales secondaires ont un rôle excessivement varié puisqu'elles peuvent donner toutes les sortes d'initiales. Leur fonction normale est de former, par leur segmentation primaire et la multiplication secondaire qui suit, les mérophytes composant le thalle stérile ; mais, en outre, elles peuvent encore donner des initiales terminales différenciées (appareils ♂ et ♀ pédonculés) ou non (pousses ventrales) et des initiales basilaires (voy. la partie C de ce chapitre). Les initiales secondaires peuvent-elles se différencier *directement* en initiales terminales ? — C'est fort probable. On ne peut émettre que les 2 hypothèses suivantes : ou bien l'initiale secondaire se différencie tout entière en initiale terminale, ou bien c'est seulement une cellule détachée de son extrémité. D'ailleurs, le fait en lui-même n'a qu'une importance très secondaire, attendu que l'organe formé sera le même dans les 2 cas. Cependant, je crois que la première hypothèse est la bonne, attendu que dans certains mérophytes (corbeille à propagules du *Marchantia*), l'initiale secondaire se segmente exactement comme l'initiale terminale.

Les cellules détachées de l'initiale terminale étant aussi des initiales, on peut formuler le *principe c* suivant : *une initiale terminale est toujours entourée par d'autres initiales,* toutes intime-

ment soudées. C'est toujours vrai, même dans les cas où l'initiale se divise en 2 autres (bifurcations, capitules) pour former 2, 4, 8 initiales terminales, attendu que ces bipartitions amènent, par solidarité, des bipartitions correspondantes dans les initiales secondaires voisines.

Dans un travail antérieur (1), jai dit que les cellules capables de régénérer le thalle sont l'initiale terminale et les initiales secondaires qui, après avoir donné les mérophytes composant le thalle stérile, se conservent à l'état de *vie latente*, en attendant le moment propice où elles pourront reprendre une vie active et libre. Mais, me direz-vous, pourquoi ne seraient-ce pas les cellules voisines des initiales secondaires qui seraient l'origine des nouvelles pousses de régénération ? — S'il en était ainsi, ces pousses pourraient naître *n'importe où, soit de l'intérieur du thalle, soit de sa surface, ce qui n'a pas lieu, indiscutablement.*

Tant qu'elle est rivée au thalle stérile, l'initiale secondaire ne cherche pas à s'émanciper ; elle obéit docilement aux ordres de l'initiale terminale, même lorsqu'elle a été différenciée en cellule ♀, comme dans les anomalies du *Plagiochasma ;* et, dans ce dernier cas, elle se segmente comme les autres initiales secondaires des mérophytes voisins. L'initiale secondaire n'acquiert son indépendance qu'après avoir reçu son exeat qui lui donne le droit de produire un nouveau thalle, *mais en dehors du thalle stérile.*

Il résulte de cc qui précède que les initiales secondaires peuvent fonctionner de 3 façons ; elles possèdent : 1° un fonctionnement *libre, extérieur au thalle* (voy. la partie B) *qui produit un nouveau thalle* ♂, ♀ ou stérile ; 2° un fonctionnement *externe sous la dépendance du thalle* et de ses initiales basilaires *qui produit les organes latéraux* (voy. la partie C) ; et 3° un fonctionnement *normal qui produit les mérophytes* à la suite de 2 séries de segmentation. Celles-ci ont lieu en peu de temps : les formations secondaires de la première série se forment immédiatement ; quant à celles de la seconde série, elles restent souvent très réduites, se contentant d'abord d'assurer la continuité entre les formations secondaires de la première série et la nervure du thalle ; ce n'est que plus tard que ces formations secondaires acquièrent tout leur développement en formant les bandes vertes latérales dont il a été question précédemment.

(1) DOUIN Ch. : Régénération du thalle etc. loc., cit., p. 216.

c) *Mérophytes*

Un mérophyte est l'ensemble des cellules issues d'une initiale secondaire à développement normal. Cette initiale, à sa naissance, forme un mérophyte rudimentaire ; c'est ce qui fait que, dans le texte, les 2 expressions *mérophyte* et *initiale secondaire* sont parfois prises l'une pour l'autre quand ces organes sont très rapprochés de l'initiale terminale.

Je ferai remarquer que les mérophytes ne sont pas uniquement dus aux formations secondaires et qu'il y a, dans ces organes, à la fois des cellules primaires et des cellules secondaires, ce qui en fait des organes très nets, bien que leur délimitation ne soit complète et très précise que pour les mérophytes *différenciés* (andrœcies sessiles, corbeilles à propagules) ; en effet, dans les mérophytes stériles, leur contour reste non indiqué, au moins en partie.

Il y a lieu d'examiner successivement, dans les mérophytes, *leur développement, leur forme, leurs dimensions* par rapport au thalle stérile et *la manière dont ils sont enchevêtrés* pour former ce dernier.

Développement. — Il ne faut pas oublier que l'initiale secondaire qui donne un mérophyte est intimement soudée aux initiales secondaires et mérophytes voisins (fig. 90) ; et que, *tous ces mérophytes*, comme on le verra dans les lois régissant la soudure des tissus, *se développent conjointement et solidairement en restant étroitement unis,* la défaillance de l'un d'eux étant immédiatement suppléée par les mérophytes voisins. Il n'y a aucune solution de continuité entre 2 mérophytes contigus, et l'on ne peut voir très souvent où l'un finit et où l'autre commence, dans les mérophytes non différenciés bien entendu.

Dès sa naissance, l'initiale secondaire, mère du mérophyte subit ses 2 séries de segmentations primaires ; les 4, 6 ou 8 cellules obtenues forment la charpente du mérophyte et déterminent sa forme. Ensuite, le mérophyte grandit grâce aux multiplications secondaires des cellules primaires de la première série ; plus tard, et parfois presque de suite, les multiplications secondaires dans les cellules primaires de la seconde série amènent le mérophyte à sa grandeur définitive ; mais, les multiplications secondaires de la seconde série sont généralement moins développées que celles de la première.

Forme. — S'il n'y avait que des mérophytes complètement stériles, il serait souvent impossible de mettre en évidence la forme de ces organes ; mais heureusement, il y a les mérophytes différenciés dont la forme est bien nette et qui occupent précisément les mêmes places que celles qu'auraient occupées les mérophytes stériles s'il n'y avait pas eu de différenciation. Grâce à eux et aux écailles ventrales, on peut avoir une idée très exacte de la forme de ces organes.

1° Mérophytes médians supérieurs. — Dans la corbeille du *Marchantia*, le mérophyte a une forme circulaire réduite qui a obligé les voisins à un surcroît d'activité mais, c'est exceptionnel ; et, dans tous les autres cas, leur forme est émarginée en avant et plus ou moins arrondie à la base. Dans les andrœcies du *Reboulia*, le sinus est formé par 2 lobes arrondis (fig. 82) ; dans la corbeille du *Lunularia*, la forme est celle d'un croissant de lune (fig. 85) ; les thalles ♀ basilaires ont souvent la forme d'un fer de flèche à sommet obtus ou arrondi (fig. 83), bien visible dans les anomalies du *Plagiochasma* (1).

2° mérophytes médians inférieurs. — La forme de ces mérophytes est très nettement déterminée par les insertions de 2 paires successives et opposées d'écailles ventrales (*a*, *b*, fig. 86), comme on le voit dans la plupart des genres (*Reboulia*, *Preissia*, *Plagiochasma*, etc.). Vers le sommet du thalle, les insertions ne sont pas encore rejetées latéralement et les mérophytes ont une forme bien plus aiguë (fig. 87), avec un profond sinus au fond duquel se tient l'initiale correspondante, comme cela a lieu aussi pour les mérophytes médians supérieurs. Quant aux genres *Clevea* et *Peltolepis* où il y a *apparemment* plusieurs rangées d'écailles ventrales de chaque côté de la ligne médiane, on peut encore retrouver la forme des mérophytes en réunissant les bases des insertions des écailles correspondant aux écailles opposées normales.

Les deux fig. 81 et 87 représentent le petit thalle ♀ basilaire du *Marchantia* et celui du *Reboulia* quand il est complètement développé ; comme ils sont la continuation externe des jeunes mérophytes médians inférieurs correspondants, et qu'ils en ont forcément épousé le contour, on voit que ces mérophytes ont encore la forme

(1) Douin Ch., Les ens. des an., loc. cit. fig. 60, 68, etc., p. 275.

générale arrondie à la base et plus ou moins excavée en avant. Dans le *Reboulia*, si l'appareil fructifère se développe, le thalle ♀ basilaire reste très petit et le mérophyte correspondant rudimentaire.

En somme, *presque tous les mérophytes médians, les supérieurs comme les inférieurs ont une forme élargie transversalement, la base arrondie, avec 2 lobes en avant que sépare un sinus plus ou moins profond.*

3° mérophytes latéraux. — Quant aux mérophytes latéraux, ils ont une forme très approximativement semblable à la partie *c* de la fig. 86 ; ils ont aussi une forme légèrement excavée en dedans, et c'est à peu près vers le milieu de l'excavation que gît l'initiale. La fig. 93 représente aussi (en coupe transversale) la forme approximative des divers mérophytes (*a* et *b* médians, *c* et *d* latéraux et *i* indique la place des initiales latérales).

Dimensions. — Les dimensions des mérophytes médians sont très exactement données par celles des mérophytes différenciés en dessus et par celles des insertions des écailles ventrales et de la distance qui les sépare en dessous. Quant aux mérophytes latéraux, leur longueur (sens longitudinale du thalle) est la même que celle des mérophytes médians correspondants ; leur largeur (sens transversal du thalle) varie avec l'état du développement du thalle stérile comme on le verra plus loin.

Enchevêtrement des mérophytes. — Les 3 schémas (fig. 89, 90 et 91) permettront de comprendre comment les mérophytes se juxtaposent les uns aux autres pour former le thalle stérile. Sur la fig. 90 représentant le sommet du thalle vu par le bout avec son initiale et les mérophytes voisins supposés distincts, on voit que le mérophyte médian 2 est entouré par les 2 mérophytes médians *1* et *3* et par les 4 mérophytes latéraux *a*, *b*, *a'*, *b'*. Dans la coupe longitudinale médiane (fig. 89), le même mérophyte 2 touche aux mérophytes médians supérieurs *1* et *3* et aux 2 mérophytes médians inférieurs *2'* et *3'*. Enfin, dans la fig. 91 représentant l'initiale avec les mérophytes voisins vus par-dessus, on trouve à peu près la même juxtaposition que dans la fig. 91. En résumé, chacun des mérophytes médians supérieurs est soudé à 8 autres mérophytes : 2 médians supérieurs, 2 médians inférieurs et 4 laté-

raux (2 de chaque côté). On montrerait de la même façon que chacun des mérophytes médians inférieurs est également soudé à 8 mérophytes (4 médians et 4 latéraux). Quant aux mérophytes latéraux, ils ne touchent qu'à 6 mérophytes : 2 latéraux, 2 médians supérieurs et 2 médians inférieurs, comme on le voit facilement dans la fig. 90.

Vue d'ensemble sur les divers mérophytes et la composition du thalle. — Si les divers mérophytes étaient bien distincts les uns des autres, l'ensemble formerait un réseau dont la fig. 98 donne une idée assez exacte pour le dessus du thalle. Quand ce dernier n'a pas de mérophytes différenciés, on peut encore reconnaître les 3 séries de mérophytes du dessus aux caractères suivants : les chambres aérifères allongées longitudinalement sur la ligne médiane appartiennent aux mérophytes médians, tandis que les chambres aérifères qui se détachent des précédentes et qui sont plus ou moins allongées obliquement jusqu'à transversalement appartiennent aux mérophytes latéraux ; la raison en sera donnée tout à l'heure.

Il me reste à indiquer comment tous les mérophytes sont groupés et disposés pour former le thalle stérile. Au sommet, se trouve *l'initiale terminale, mère de tous les mérophytes, qui imprime une direction et donne une forme déterminée à tout l'ensemble.* Autour d'elle se trouvent les 4 cellules qui viennent de s'en séparer et qui constituent une première série de 4 mérophytes réduits à leur plus simple expression (*1*, *1'*, *a*, *a'*, fig. 90) ; en dehors se trouve une autre série de mérophytes plus avancés (*2*, *2'*, *b* et *b'* même fig.) ; et ainsi de suite, on trouve 4 mérophytes de plus en plus grands, jusqu'à ce qu'on arrive aux mérophytes complètement développés. Les séries de 4 mérophytes, que la fig. 90 représente schématiquement et vus par le bout, plongent en réalité vers la base du thalle, comme l'indique la fig. 89 emboîtées l'une dans l'autre comme des cornets de papier. Leur forme plus ou moins pyramidaloïde montre à l'extérieur une base libre en forme de couronne quadrangulaire et 8 faces latérales enfouies dans la masse thallienne ainsi que le sommet en forme d'arête tranchante comme celui de l'initiale terminale ; ces 8 faces, *pour chaque série* isolée, se décomposent en 4 faces internes et 4 faces externes. Mais, au fur et à mesure que le thalle s'accroît (voy. les paragraphes suivants) la couronne quadrangulaire se trouve de plus en plus rejetée en arrière, latéralement et vers la base, tandis

que les arêtes terminales des solides pyramidaloïdes sont élargies et reportées vers le sommet du thalle. Il résulte de ce double mouvement en sens contraire que chaque série de 4 mérophytes devient de moins en moins pyramidale. Quand les mérophytes de chaque série sont complètement développés, l'ensemble s'étale à peu près transversalement. On a vu plus haut que tous les mérophytes grandissent solidairement ; finalement, une coupe transversale du thalle complètement accru donnera la fig. 93 où l'on voit la nervure formée par les 2 mérophytes médians superposés *a* et *b* et les 2 ailes formées par les 2 mérophytes latéraux *c* et *d*.

(A suivre.)

L'ATHERMANÉITE
DES ESSENCES VÉGÉTALES
ET LA TRANSPIRATION

par M. E. C. TÉODORESCO

(Suite)

Expérience N° 9. DRACOCEPHALUM MOLDAVICUM.

Méthode de la balance. Tracés de la fig. 12.

Dans le tableau ci-dessous sont résumés les résultats d'une autre expérience sur le *Dracocephalum*, faite pour montrer que les végétaux à essences se comportent de la même manière que ceux qui en sont dépourvus, lorsqu'ils sont placés plusieurs fois alternativement dans une atmosphère parfumée et dans l'air normal.

b. — Plantes aromatiques soumises à l'action de leur propre essence.

Voici maintenant les résultats de deux autres expériences faites sur des plantes aromatiques soumises à l'action des vapeurs de leur propre essence.

Detto (1) rapporte que certaines plantes aromatiques, comme, par exemple, le *Lavandula vera*, semblent (es hat den Anschein) plus résistantes à l'action de leur propre essence qu'à celle d'une essence étrangère ; cet auteur suppose, de même, que les plantes fortement aromatiques (comme, par exemple, le *Salvia officinalis*) sont plus résistantes que les plantes non aromatiques. De même Heller (2) trouve qu'une plante aromatique est plus résistante à sa propre

(1) DETTO : l. c., p. 172, note 1.

(2) HELLER A. : *Flora*, Bd. 93. 1904, p. 1.

DATE	TEMPÉRATURE	PLANTE TEMOIN A — TEMPS POUR DÉGAGER 77 MILLIGRAMMES Minutes	PLANTE TEMOIN A — EAU DÉGAGÉE PAR HEURE Milligrammes	PLANTE B — TEMPS POUR DÉGAGER 77 MILLIGRAMMES Minutes	PLANTE B — EAU DÉGAGÉE PAR HEURE Milligrammes	QUOTIENT DU RAPPORT A/B	OBSERVATIONS
29 Juillet	28°5	14	330	16	288		I. Les deux plantes sans essence.
	30°	13	335	15	308		
			665		**596**	1,11	
29 Juillet	33°	7,3	632	11	420		II. Vapeurs d'essence de Romarin sous la cloche C de l'appareil B.
	34°	9	513	12	385		
	37°	7,2	641	11	420		
	37°	4,8	962	13	355		
			2750		**1580**	1,74	
29 Juillet	36°	6,5	710	13	355	2,00	III. Les deux plantes sans essence.
	36°5	6,5	710	13	355	2,00	
	37°	6,5	710	12	365	1,84	
	37°	6,5	710	13	355	2,00	
	36°5	7	660	11	420	1,57	
	35°5	7	660	11	420	1,57	
	35°	7,5	616	11	420	1,46	
	34°	6,6	700	11,5	401	1,74	
	33°	9	513	13,5	342	1,50	

29 Juillet	27°5	12,5	368	15,5	298	1,23	III. Les deux plantes sans essence.
	23°	18	256	23	200	1,28	
	24°	18	256	21	220	1,16	
	26°	16	287	20	231	1,24	
30 Juillet	33°	8,7	531	9,5	487		IV. Vapeurs d'essence de Romarin dans l'espace E de l'appareil B.
	34°	8	577	9,2	500		
	34°	8	577	9	513		
	37°5	7,1	650	7,7	600		
	38°	6,3	733	6,6	690		
			3068		**2690**	1,14	
30 Juillet	37°5	6	770	7	660	1,16	V. Essence de Romarin sous la cloche C de l'appareil B.
	38°	7	660	7,5	616	1,07	
	38°	7	660	8	577	1,14	
	38°	5,5	840	10,8	420	2,00	
	37°	6,5	710	13	355	2,00	
	35°	6,5	710	16	288	2,46	VI. Les deux plantes sans essence.
	35°5	6,5	710	21	220	3,22	
	29°	11,8	391	25	184	2,12	
	28°	14,8	243	22	210	1,15	
	27°	17,5	263	21	220	1,19	

essence qu'une plante étrangère. Il n'en est pas de même en ce qui concerce la transpiration, comme l'ont prouvé mes expériences.

Fig. 12. — Expérience N° 9. *Dracocephalum moldavicum*. *A*, plante témoin ; *B*, plante soumise à l'action de l'essence de Romarin ; I, les deux plantes dans une atmosphère sans essence ; II, vapeurs d'essence sous la cloche *C* de l'appareil *B* ; III, les deux plantes dans une atmosphère sans essence ; IV, vapeurs d'essence dans l'espace *E* de l'appareil *B* ; V, la plante replacée dans l'atmosphère à essence de Romarin ; VI, les deux plantes dans une atmosphère sans essence.

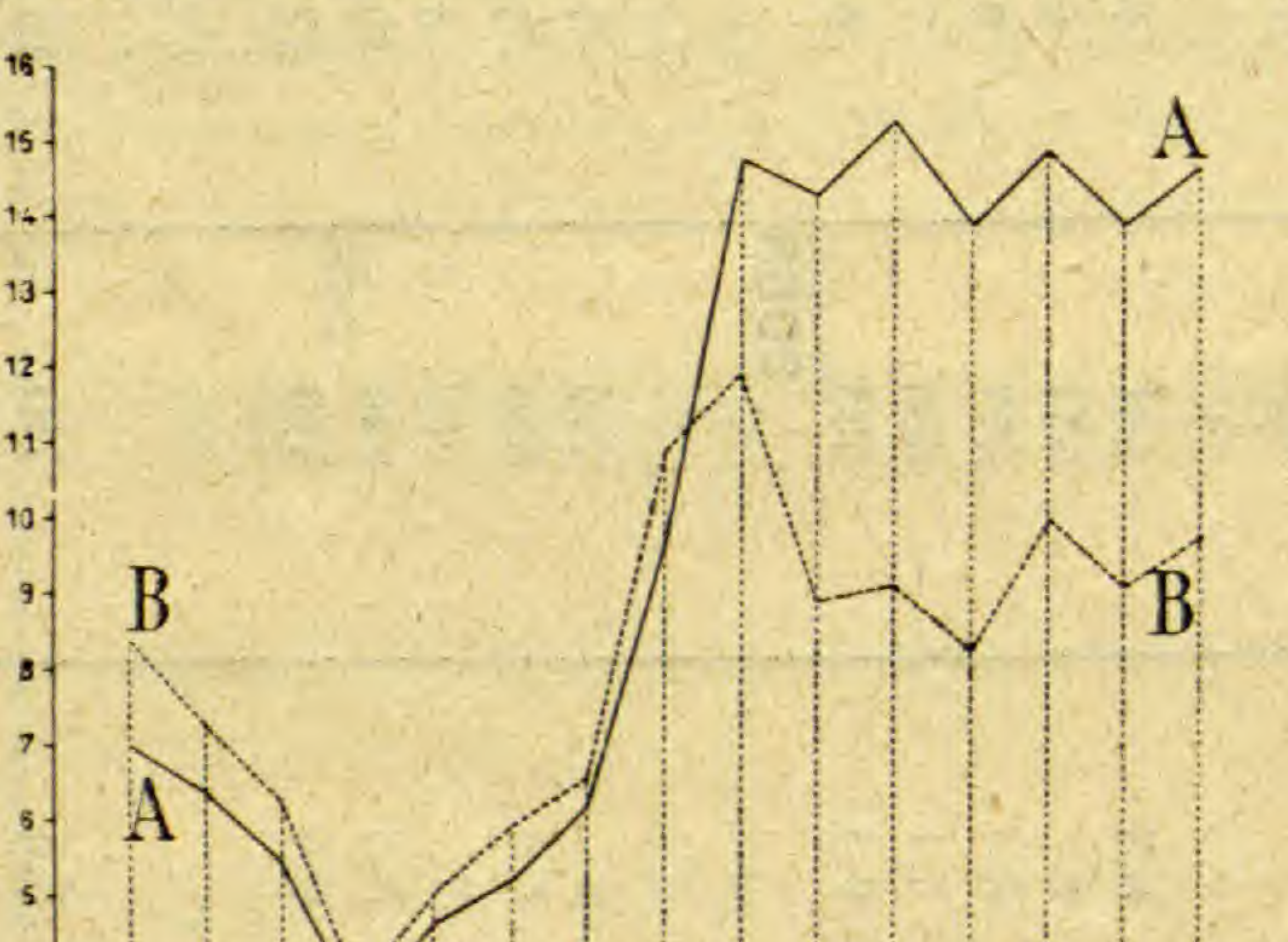


Fig. 13. — Expérience N° 10. *Rosmarinus officinalis*. *A*, plante témoin ; *B*, plante soumise à l'action de l'essence de Romarin; I, les deux plantes dans une atmosphère sans essence ; II, vapeurs d'essence dans l'espace *E* de l'appareil *B* ; III, vapeurs d'essence sous la cloche *C* de l'appareil *B*.

Expérience N° 10. ROSMARINUS OFFICINALIS
Méthode de la balance. Tracés de la fig. 13

DATE	TEMPÉRATURE	PLANTE TÉMOIN A — TEMPS POUR DÉGAGER 77 MILLIGRAMMES Minutes	PLANTE TÉMOIN A — EAU DÉGAGÉE PAR HEURE Milligrammes	PLANTE B — TEMPS POUR DÉGAGER 77 MILLIGRAMMES Minutes	PLANTE B — EAU DÉGAGÉE PAR HEURE Milligrammes	QUOTIENT DU RAPPORT A/B	OBSERVATIONS
6 Août	33°	6,6	700	5,5	840		
	32°	7,2	641	6,3	733		
	28°	8,3	556	7,3	633		
	25°	13	355	12	385		
			2252		**2551**	0,88	I. Les deux plantes sans essence.
7 Août	26°	9,8	471	9	513		
	30°5	8,6	537	7,6	607		
	32°	7,3	633	7	660		
	35°	4,7	983	4,2	1100		
			2624		**2880**	0,90	II. Vapeurs d'essence de Romarin dans l'espace E de l'appareil B.
7 Août	36°5	3,1	1490	3,5	1200		
	38°5	3,2	1443	5,1	906		
	38°5	3	1500	5	924		
	38°5	3,3	1400	5,5	840		
	39°	3	1500	4,5	1013		
	39°	3,3	1400	5	924		
	39°	3,1	1490	4,6	990		
			10223		**6797**	1,50	III. Vapeurs d'essence de Romarin sous la cloche C de l'appareil B.

Expérience N° 11. LAVANDULA VERA.
Méthode de la balance. Tracés de la fig. 14.

DATE	TEMPÉRATURE	PLANTE TÉMOIN A		PLANTE B		QUOTIENT DU RAPPORT $\frac{A}{B}$	OBSERVATIONS
		TEMPS POUR DÉGAGER 77 MILLIGRAMMES Minutes	EAU DÉGAGÉE PAR HEURE Milligrammes	TEMPS POUR DÉGAGER 77 MILLIGRAMMES Minutes	EAU DÉGAGÉE PAR HEURE Milligrammes		
3 Août	27°5	17	271	20	231		I. Les deux plantes sans essence.
	27°	18	256	23	200		
	26°	20	231	25	184		
	19°	24,2	190	27	171		
	20°	17,6	262	22	210		
			1210		**996**	1,21	
4 Août	22 5	18	256	22	210		II. Vapeurs d'essence de Lavande dans l'espace E de l'appareil B.
	24°	13,5	342	17	271		
	25°	14	315	16	268		
	26°	13	355	14	315		
	32°	8,3	559	8,6	537		
	33°	8,5	543	9	513		
			2370		**2114**	1,12	
4 Août	36°	4,5	1026	5,5	840		III. Vapeurs d'essence de Lavande sous la cloche C de l'appareil B.
	35°5	5	924	6,5	710		
	35°	6	770	8,5	543		
	34°5	6,5	710	10	462		
	34°	7	660	10	462		
	34°	7,5	616	11	420		
	33°	5,7	810	12	385		
			5616		**3822**	1,44	

C'est ainsi que l'effet de l'essence de Romarin sur la transpiration du *Rosmarinus officinalis* devient sensible après une demi-heure (expérience N° 10); presque le même intervalle de temps est nécessaire pour que l'action de cette même essence se fasse sentir sur la transpiration du *Dracocephalum moldavicum* (expériences N^os^ 8 et 9).

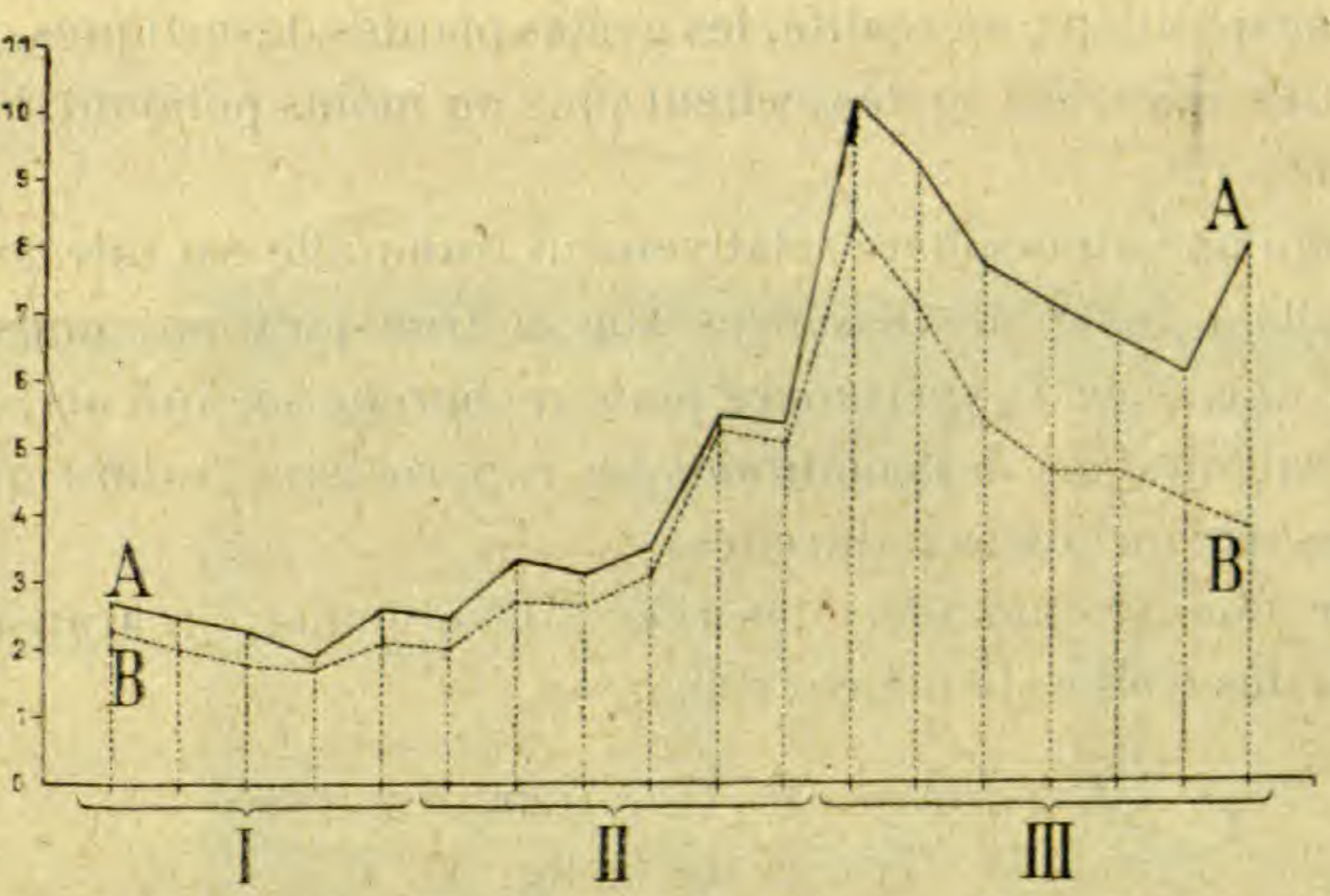


Fig. 14. — Expérience N° 11. *Lavandula vera*. *A*, plante témoin ; *B*, plante soumise à l'action de l'essence de Lavande ; I, les deux plantes dans une atmosphère sans essence ; II, vapeurs d'essence dans l'espace *E* de l'appareil *B* ; III, vapeurs d'essence sous la cloche *C* de l'appareil *B*.

B. — Expériences dans un espace incomplètement fermé.

Il résulte des expériences précédentes que les vapeurs des huiles essentielles sont capables d'abaisser d'une manière très sensible l'intensité de la transpiration et cela avant de tuer les tissus de la plante.

Ces observations pourraient faire croire que le même fait dût se rencontrer dans les conditions naturelles où croissent les plantes. Mais ici entre en jeu une circonstance spéciale d'une grande importance ; en effet, dans la nature, les végétaux ne se trouvant pas dans un espace fermé, les vapeurs de l'essence, émise par l'organisme, se diffusent plus ou moins vite dans l'atmosphère ambiante et sont entraînées par les courants de l'air. De plus, dans les déserts et les steppes, les vents sont loin d'être toujours des caresses tièdes ; parfois ils sont particulièrement puissants, surtout pendant les fortes chaleurs du milieu du jour et ne se ralentissent que vers

le soir et pendant la nuit (1). C'est ainsi que, dans les déserts de l'Arabie et de l'Egypte, il souffle à peu près sans trêve, pendant une cinquantaine de jours, un vent desséchant et brûlant qu'on appelle le *Kamsin* ; il est évident que dans ces régions, qui sont en même temps inondées de lumière et brûlées par les rayons du soleil, les vapeurs des essences ne peuvent contribuer à diminuer l'intensité de la transpiration ; en réalité, les grêles plantes désertiques, surtout les plantes annuelles se dessèchent plus ou moins pendant l'époque du *Kamsin* (2).

Puisqu'une atmosphère relativement tranquille est une condition essentielle à l'effet des essences sur la transpiration, nous avons effectué une série d'expériences pour rechercher ce qui arriverait si l'on travaillait dans des conditions se rapprochant autant que possible des circonstances naturelles.

Pour donner une idée des résultats obtenus, je transcris les données des trois expériences suivantes.

Expérience N° 12. ACER NEGUNDO
Tracés de la fig. 17

J'ai expérimenté sur deux jeunes arbres de deux ans, qui s'étaient développés dans des pots dès la germination ; l'arbre A était garni de 78 feuilles, l'arbre B de 87 feuilles. Les deux pots, qui

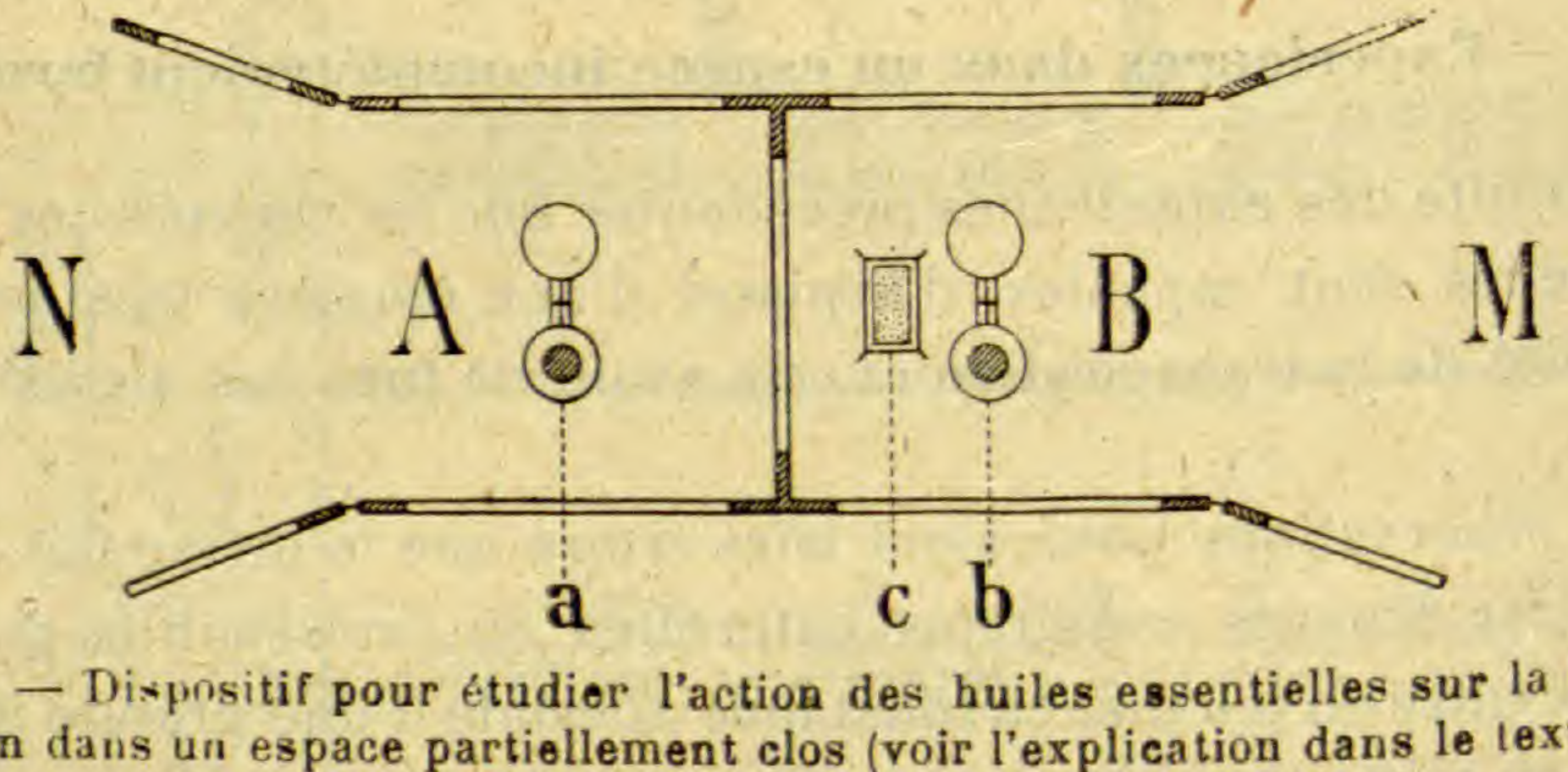


Fig. 15. — Dispositif pour étudier l'action des huiles essentielles sur la transpiration dans un espace partiellement clos (voir l'explication dans le texte).

étaient de même capacité et contenaient des quantités presque égales de terre, avaient été surabondamment arrosés le 9 Août au soir, jusqu'à ce que l'eau ait commencé à suinter par les orifices

(1) KÖPPEN W. : Versuche einer Classification der Klimate (*Geographische Zeitschrift*, IV, 1900, p. 593).

(2) VOLKENS : Flora der aegyptisch-arabischen Wüste, 1887, p. 15, 16.

inférieurs. Pendant la nuit suivante, les plantes avaient séjourné en plein air dans le jardin. Le lendemain on a soigneusement enveloppé les pots de papier d'étain ; l'expérience a commencé à huit heures du matin et a pris fin à 17 heures. Le soir on a enlevé le papier d'étain, on a arrosé de nouveau les pots et on les a laissés

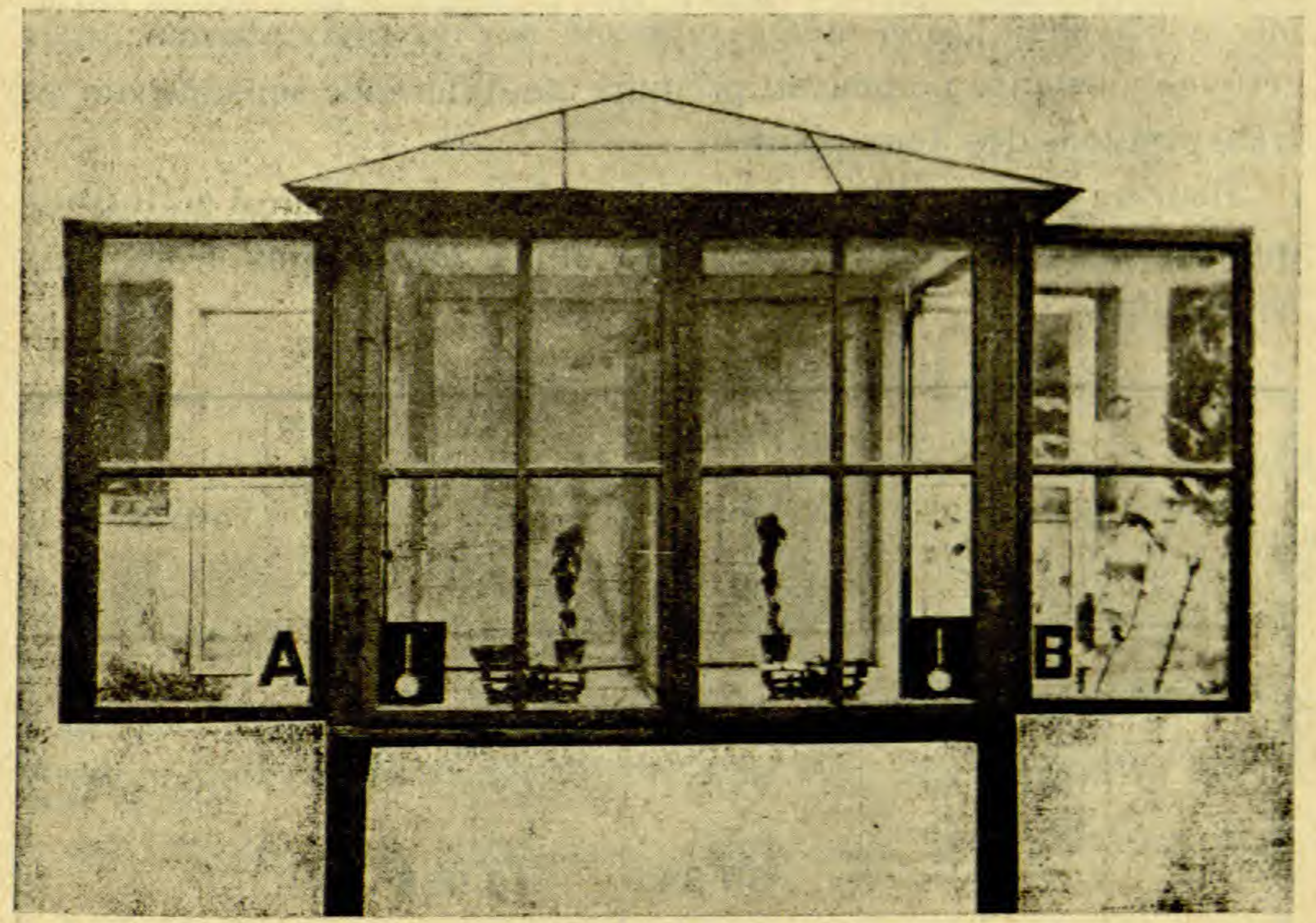


Fig. 16. — Dispositif pour étudier l'action des huiles essentielles sur la transpiration des plantes dans un espace partiellement clos.

pendant la nuit en plein air. L'expérience, qui a été répétée dans les mêmes conditions trois jours de suite, a été faite pendant les brûlantes journées de l'été 1921. Les plantes A et B ont été placées sur leurs balances au milieu de deux petites serres adossées (qui sont représentées par les figures 15 et 16) ; chacune de ces serres avait une capacité d'à peu près trois mètres cubes ; les côtés M et N (fig. 15) étaient ouverts et partout ailleurs les serres étaient fermées. L'opération a été faite cette fois-ci en plein soleil, car les serres étant ouvertes, il n'y avait pas à craindre que la température s'élève trop à l'intérieur. La plante de la serre A servait de temoin : à côté de la plante de la serre B on avait placé une cuvette *c* (fig. 15) recouverte de papier à filtrer bien imbibé d'un excès d'essence, qu'on

renouvelait de temps en temps, afin que l'atmosphère possède constamment une forte odeur aromatique.

Pendant les trois journées le ciel a été complètement découvert et l'atmosphère tranquille ; très rarement des courants excessivement faibles agitaient les feuilles des deux plantes ; il est vrai qu'étant données la forme et la disposition des serres, ces mouvements n'avaient pas la même intensité sur les deux plantes ; mais cette circonstance ne pouvait produire de différence sensible sur les transpirations des deux plantes.

Pour ne pas trop allonger le tableau, je ne reproduirai ci-dessous que les résultats obtenus entre 13 et 17 heures des trois jours consécutifs.

DATE	HEURES	TEMPÉRATURE	EAU DÉGAGÉE PAR HEURE PAR LA PLANTE TÉMOIN A Grammes	EAU DÉGAGÉE PAR HEURE PAR LA PLANTE B Grammes	QUOTIENT DU RAPPORT A/B	OBSERVATIONS
10 Août	13-14	31°	7,500	6,407		I. Les deux plantes sans essence.
	14-15	35°	9,540	6,000		
	15-16	40°	7,400	4 000		
	16-17	40°	6,451	2,631		
			30,841	**19,038**	1,62	
11 Août	13-14	36°5	9,090	7,604		II. Essence de Thym dans la serre B
	14-15	37°5	9,706	7,058		
	15-16	37°	9,314	5,526		
	16-17	35°	5,670	3,038		
			33,780	**23,226**	1,45	
12 Août	13-14	36°	9,324	7,747		III. Les deux plantes sans essence.
	14-15	36°5	9,397	5,938		
	15-16	36°5	8,135	4,285		
	16-17	33°	4,917	2,869		
			31,773	**20,839**	1,47	

Si l'on observe le tableau de l'expérience précédente, dont les résultats sont exprimés aussi par les tracés de la fig. 17, on constate que dans un endroit qui n'est qu'incomplètement fermé, l'action de l'essence de Thym sur l'intensité de la transpiration de l'*Acer Negundo*, n'est pas sensible, quoique la plante soit restée pendant

neuf heures entourée d'une atmosphère suffisamment chargée de vapeurs de cette essence ; en effet la différence entre la transpiration de la plante témoin A et celle de la plante B est dans ce

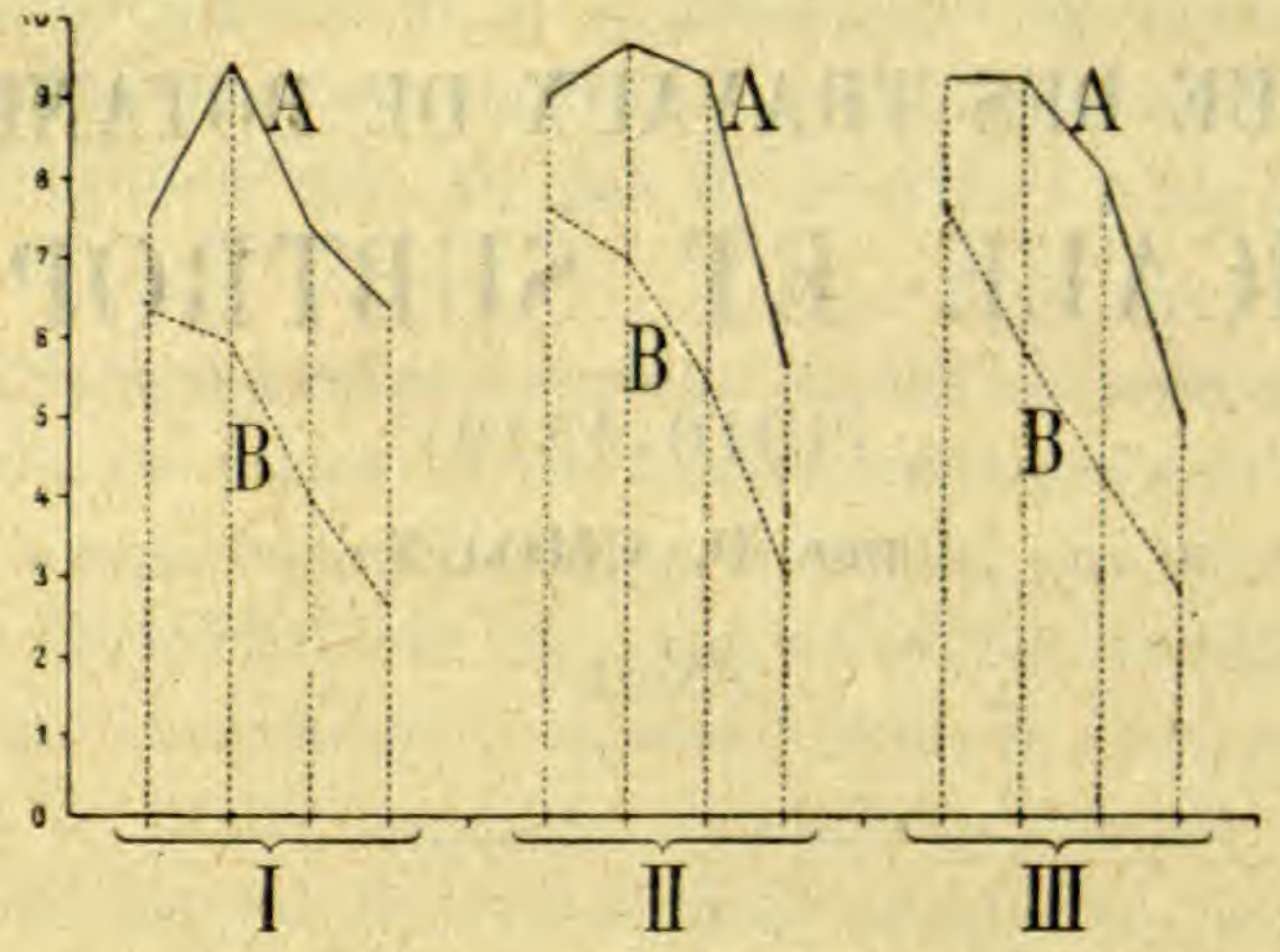


Fig. 17. — Expérience N° 12. Graphiques représentant les variations de la transpiration de l'*Acer Negundo* dans un espace partiellement clos. *A*, plante témoin ; *B*, plante soumise à l'action de l'essence de Thym ; I, les deux plantes sans essence (10 Août) ; II, la plante *B* dans une atmosphère d'essence (11 Août) ; III, les deux plantes dans une atmosphère sans essence (12 Août).

cas de 10 gr. 554 ; cette différence était de 11 gr. 803 et 10 gr. 534 lorsque les deux plantes avaient été laissées sans essence ; bien entendu, les quotients du rapport $\frac{A}{B}$ ont peu varié (1,62 ; 1,45 ; 1,47).

(à suivre).

REVUE DES TRAVAUX DE BOTANIQUE
TROPICALE ET SUBTROPICALE

(1910-1919)

par P. CHOUX

(Suite)

En ce qui concerne d'abord le *Ceiba pentandra*, Ulbrich y distingue deux variétés : la variété *clausa* où les fruits ne sont jamais déhiscents sur l'arbre et la variété *dehiscens* où les fruits s'ouvrent déjà sur l'arbre. Chacune de ces variétés se subdivise à son tour en deux formes (1). D'autres caractères (2) permettent encore de séparer ces deux variétés ; c'est ainsi que la variété à fruits déhiscents est le kapokier épineux et l'autre le kapokier inerme.

Mais les kapokiers africains sauvages appartiennent surtout au genre *Bombax*, dont on connaît d'ailleurs plusieurs espèces : *B. buonopozense* P. B., *reflexum* Sprague, *breviscupe* Sprague, *rhodognaphalon* K. Sch. Ulbrich a fait connaître trois nouvelles espèces : *B. flammeum* de l'Angola, *B. angulicarpum* du Togo et du Cameroun, *B. Buesgenii* du Cameroun et de la Nigeria méridionale (3). Ulbrich classe d'autre part tous ces *Bombax* africains à kapok en deux sections, la section *Salmalia*, où la bourre abondante varie du blanc de neige au gris clair et la section *Rhodognaphalon*, où les poils sont jaunâtres, rouge brun ou de couleur sombre. Appartiennent à la

(1) Ulbrich : *Die kapok liefernden Baumwollbäume der deutschen Kolonien im Tropischen Afrika* (Notizbl. königl. bot. Gart., Berlin, Bd. VI, n° 51, 1913, p. 1).

(2) Ulbrich : *Die kapokbäume von Togo* (id., n° 52, p. 60).

(3) Ulbrich : *Systematische Gliederung und geographische Verbreitung der afrikanischen Arten der Gattung Bombax* (A. Engler, Beiträge zur Flora von Afrika XLI, Botanische Jahrbücher h. v. Engler, Band 49, 1913).

première section les trois nouvelles espèces d'Ulbrich, le *B. reflexum* Sprague et le *B. buonopozense* P. B. La seconde section ne comprend que le *B. rhodognaphalon* K. Sch. de l'Afrique orientale allemande ou portugaise et le *B. brevicuspe* Sprague de la Gold Coast et du Kameroun. Dans une troisième section, la section *Pachira*, les fruits renferment peu ou pas de bourre et n'ont donc aucun intérêt.

La section *Salmalia* est de beaucoup la plus intéressante au point de vue pratique, en raison de sa bourre abondante et de couleur claire. Mais les espèces qu'elle comprend n'ont pas toutes la même importance et, en particulier, celle qui est la plus largement représentée en Afrique occidentale française, c'est le *B. buonopozense*, que l'on rencontre en petits bouquets ou en peuplements denses très importants du littoral de l'Atlantique jusqu'aux territoires du Tchad (1). C'est encore dans cette même section *Salmalia* que doivent être rangés quatre espèces de *Bombax*, que M. Vuillet a été amené à distinguer à côté du *Bombax buonopozense*, dans la région de Koulikoro. Ces quatre espèces ont été d'abord provisoirement désignées par M. Vuillet sous les noms de *Bombax à fruits côtelés*, *Bombax à fruits longs*, *Bombax à fleurs jaunes*, *Bombax à fruits chagrinés* (2), puis ensuite par MM. Vuillet et Pellegrin (3) sous les dénominations spécifiques de *Bombax costatum*, *Bombax Houardii*, *Bombax Andrieui*. L'insuffisance des matériaux d'étude n'a pas permis aux auteurs de donner une description complète du *Bombax* à fruits chagrinés. M. Houard a même trouvé dans la région de Koulikoro sept formes de capsules nettement différentes correspondant à des espèces distinctes du *Bombax buonopozense* ou à des hybrides (4).

(1) VUILLET : *Exploitation et rendement du kapokier* (J. d'Agric. trop., nov. 1911, p. 348).

— VUILLET : *Deuxième note sur le kapokier du Soudan* (id., août 1912, p. 231).

(2) VUILLET : *Contribution à l'étude des Bombax africains. Description de quatre Bombax du Soudan nigérien* (Agronomie coloniale, 1re ann., n° 10, 30 avril 1914, p. 97).

— VUILLET : *Le kapok africain* (in Perrot, Les Grands produits végétaux des colonies françaises, Paris, Larose, 1915, p. 131).

(3) PELLEGRIN et VUILLET : *Bombax nouveaux du Moyen Niger* (Notulæ systematicæ, T. III, 1914, p. 188).

(4) VUILLET : *Bombax africains. Rendement en fibres et en graines. Production annuelle* (Agron. col., sept.-oct. 1914, n° 15-16, p. 71).

Par ailleurs, M. Pellegrin (1) a signalé une variété très curieuse de *B. buonopozense* à fruits en sablier. Dans cette variété, le calice épais et très coriace se détache à sa base annulairement au cours du développement de l'ovaire en fruit. Le calice est entraîné par ce dernier, ainsi que les restes marcescents des pétales et des étamines et forme une véritable ceinture de cuir qui étrangle le fruit à son équateur. La capsule prend alors la forme d'un sablier.

Il y a donc en Afrique occidentale française de nombreux arbres à kapok, d'autant plus qu'on y rencontre aussi le fromager ordinaire. le *Ceiba pentandra*, var. *dehiscens*. Mais, dans presque tous les cas, les kapokiers africains sont des arbres sauvages. Or, comme l'a fort bien démontré M. Houard (2), l'exploitation des kapokiers spontanés se présente dans des conditions économiques mauvaises ou peu favorables et ne peut constituer qu'un faible appoint qui, sans être négligeable, n'est pas susceptible d'une extension appréciable. L'avenir du kapok en Afrique occidentale française repose uniquement sur les plantations, qu'elles soient régulièrement établies ou qu'elles soient comprises dans le reboisement des peuplements naturels favorables. On aura recours pour cela au *Ceiba pentandra* var. *indehiscens* sélectionné. Le *Bombax* présente cependant un certain intérêt, en raison de la beauté de ses fibres et de sa rusticité ; il peut végéter sur des sols arides où le *Ceiba* échouerait.

L'Indo-Chine est également riche en kapokiers. On y exploite le *Ceiba pentandra* ou faux cotonnier du Cambodge et le *Bombax malabaricum* ou faux cotonnier du Malabar. On signale même d'autres *Bombax*, *B. insigne* Wall., *cambodiense* Pierre, *albidum* Gagnep., *anceps* Pierre, *Thorelii* Gagnep. Mais on ne sait rien au sujet de l'emploi possible de leur ouate (3).

En résumé, les études botaniques et culturales faites sur les kapokiers montrent que les colonies françaises sont assez favorisées au

(1) Pellegrin : *Un curieux kapokier à fruits en sablier. Bombax buonopozense P. Beauv., var. Vuilletii Pellegrin* (Bull. Museum Hist. Nat. Paris, 1919, n° 5, p. 379).

(2) Houard : *L'exploitation du kapok en Afrique occidentale française* (Matières premières africaines sous la direction de Yves Henry, Paris, Larose, 1918, p. 155).

(3) Crevost et Lemarié : *Plantes et produits filamenteux et textiles de l'Indo-Chine. Ouatiers* (Bull. économ. de l'Indo-Chine, n° 137, juillet-août 1919). — Lecomte : *Flore générale de l'Indo-Chine. Malvacées* (Gagnepain) (T. I, Paris, Masson, 1907-1912, p. 447).

point de vue de la répartition de ces arbres et ceci est d'autant plus rassurant que les nouveaux débouchés offerts à l'industrie du kapok, filature, emploi en chirurgie à la place du coton, semblent devoir faire du kapokier une culture d'avenir (1).

Voir encore sur le kapokier :

— *Notes sur le kapok* (J. d'agric. trop., juin 1911, p. 172).

— GRISARD : *Note sur le kapokier des colonies françaises* (Bull. de l'off. colon., janv.-fév. 1916, n° 97-98, p. 17).

— *The use of Indian kapok in Life-saving appliances* (Bull. of the Imp. Inst., vol. XVII, n° 1, jan.-march 1919, p. 14).

Poils textiles divers.

Le coton et le kapok ne sont pas les seuls poils textiles connus. Avant la guerre, l'attention avait été attirée, en Allemagne surtout, par les poils qui surmontent les graines de deux Asclépiadacées, les *Calotropis procera* et *gigantea*. Les filateurs de Chemnitz avaient réussi à filer ces deux sortes de poils, désignés dans le commerce sous les noms respectifs d' « *akon* » et de « *vidusi* » (2), et, encouragés par ces résultats, les Allemands avaient entrepris des cultures

(1) MORITZ SCHANZ : *L'Allemagne et la culture du coton dans les colonies* (Bull. de l'Assoc. cot. col., n° 51, août 1911, p. 108).

— HERZOG : *Textile Erzeugnisse aus kapok* (Der Tropenpflanzer, april 1912, n° 4, p. 185).

— CREVOST : *Notes sur la ouate végétale du Bombax malabaricum, dite kapok du Tonkin. Compte-rendu d'essais de filature* (Bull. écon. Indo-Chine, n° 116, nov. 1915, p. 950).

— SILHOL : *Sur l'emploi du kapok comme objet de pansement* (Comptes-rendus de l'Acad. des Sciences, 1918, T. 166, p. 52).

— SILHOL : *Emploi du kapok à la place du coton dans les pansements* (Agronomie col., nov.-déc. 1918, p. 65).

(2) *Die Kapok und Calotropis Frage* (Verh. der Baumwollb. Komm. des Kol. Wirtschaftl. Komit., Berlin, 1910, n° 2, p. 52).

— *Mitteilungen in der Kapok und Calotropis Frage* (id., 1911, n° 1, p. 47).

— *Baumwollersatzstoffe* (id., 1911, n° 2, p. 72).

— « *Akund* » *ou* « *Fafton* », *fibre du Calotropis* (J. d'Agr. trop., juin 1911, p. 190).

— ZIMMERMANN : *Die Pflanzenseiden liefernden Calotropis-Arten* (Der Pflanzer, juli 1911, n° 7, p. 380).

— ZIMMERMANN : *Ueber Pflanzenseiden* (id., april 1912, n° 4, p. 177).

— HERZOG : *Textile Erzeugnisse aus Kapok* (Der Tropenpflanzer, april 1912, n° 4, p. 185).

— BERTEAU : *Les Calotropis* (L'Agric. prat. des pays chauds, février août 1912).

de *Calotropis gigantea* au Togo et en Afrique orientale allemande (1). Les poils de cette dernière espèce paraissent d'ailleurs meilleurs pour la filature que ceux du *Calotropis procera*. Cependant des essais effectués récemment au Musée agricole et commercial de Hanoï avec les poils du *Calotropis procera* ont donné des résultats très intéressants (2).

Les filateurs de Chemnitz se sont encore montrés satisfaits des poils d'une liane de la même famille, le *Chlorocodon Whitei* (3).

Parmi les Apocynacées, le *Wrightia annamensis* Eber. et Dub., petit arbre répandu dans toute l'Indo-Chine et voisin du *Wrightia mollissima* Wall. (4), fournit des poils susceptibles, après certaines préparations, de jouer leur rôle dans l'industrie du tissage (5). Il en est de même des poils du *Funtumia elastica* (6).

Enfin des essais ont été entrepris au Tonkin, pour savoir si les poils qui recouvrent les graines du *Cochlospermum Gossypium* D. C. var. *cambodiana* Gagn. — petit arbre de la famille des Bixacées — ne pourraient pas devenir matière d'industrie (7).

Les plantes qui fournissent des fibres textiles sont plus nombreuses que celles dont les graines ou les fruits portent des poils textiles. La ramie, le jute, l'*Hibiscus cannabinus*, les *Agave*, les *Fourcroya*, le *Phormium tenax*, l'abaca et les sansevières sont parmi les plus importantes.

Ramie.

Les discussions passionnées qui ont eu lieu autrefois autour de la ramie ont été moins fréquentes pendant la période qui nous occupe.

(1) *Ueber Anbauversuche mit Calotropis gigantea in Togo* (Der Tropenpflanzer, sept. 1912, p. 507).
— *Calotropis gigantea in Togo* (Der Pflanzer, marz 1913, n° 3, p. 143).

(2) Crevost et Lemarié : *Plantes et produits filamenteux et textiles de l'Indo-Chine. Poils divers* (Bull. écon. de l'Indo-Chine, juillet-août 1919, n° 137, p. 590).

(3) Zimmermann : *Eine neue Pflanzenseide* (Der Pflanzer, april 1911, n° 4, p. 231).

(4) Eberhardt et Dubard : *Sur trois essences forestières de la chaîne annamitique* (Agronomie col., 31 Août 1913, n° 2, p. 38).

(5) Crevost : *Notes sur les fibres du Wrightia annamensis Eber. et Dub.* (Bull. écon. de l'Indo-Chine, n° 126, sept.-oct. 1917, p. 483).

(6) *Seidenhaare von Kickxia elastica* (Der Pflanzer, mai 1912, n° 5, p. 302). (J. d'Agric. trop., août 1913, p. 123).

(7) Crevost et Lemarié : *Plantes et produits filamenteux et textiles de l'Indo-Chine. Poils divers* (Bull. éc. de l'Indo-Chine, n° 137, juillet-août 1919, p. 574).

Au point de vue cultural, la ramie a la réputation d'une plante très exigeante et c'est à doses massives que les planteurs chinois distribuent l'engrais humain dans leurs plantations. Il semble cependant que l'on ait exagéré et M. Faure considère que la ramie n'est pas plus exigeante que bien d'autres plantes (1). M. Rivière serait moins catégorique et pour lui, si les fumures massives et renouvelées ne paraissent pas absolument utiles, il est certain cependant que le principe de la restitution au sol de matières fertilisantes doit être pratiqué dans cette culture comme dans les autres et que l'addition d'engrais donne des résultats très nets (2). Quant à l'avenir de la ramie en Indo-Chine, il est encore impossible de se prononcer sur ce sujet (3).

Voir encore sur la ramie :

— Michotte : *La ramie* (T. III, Suppl.) (Soc. de Propagande coloniale, Paris, 1913).

— Pynaert : *Note sur la ramie* (Bull. agric. du Congo belge, juin 1914, p. 322).

Jute.

Les travaux faits sur le jute, ou plus exactement sur les deux plantes à jute, ne sont guère plus nombreux que ceux parus sur la ramie.

Cependant, l'Institut agricole de Pusa s'est préoccupé de l'amélioration du jute (4) et a cherché par la sélection à obtenir chez un même type à la fois un fort rendement en fibres et une résistance et une dimension maxima de la fibre. On a obtenu ainsi des variétés, comme le *Kakya-Bombai*, remarquables par leur développement luxuriant et leur fort rendement en fibres (5).

(1) Main et Faure : *La question des engrais dans la culture de la ramie* (J. d'agric. trop., juillet 1910, p. 201).

(2) Rivière : *Observations pratiques sur la culture de la ramie* (id, 31 Oct. 1910, p. 289 et 31 déc. 1910, p. 360).

(3) Hautefeuille : *Travaux effectués à la station de La-Pho en 1909* (Bull. écon. de l'Indo-Chine, n° 84, mai-juin 1910, p. 310).

— Hautefeuille : *Notes et observations sur la culture de la ramie* (id., n° 115, sept.-oct. 1915, p. 649).

— Crevost et Lemarié : *Plantes et produits filamenteux et textiles de l'Indo-Chine. Ramie* (id., n° 139, nov.-déc. 1919, p. 819).

(4) Finlow : *Report on jute and flax experiments during the past year* (The Agric. J. of India, Vol. VI, Part I; jan. 1911, p. 70).

(5) Finlow : *The improvement of the jute crop by pure line selection* (id., Vol. XII, Part II, april 1917, p. 283).

Finlow et Burkill ont montré, d'autre part, que la fécondation directe est généralement le cas pour le jute et que par suite il est relativement facile de préserver une race de qualité supérieure d'un avilissement par fécondation croisée avec une race de moindre valeur (1).

Le jute n'a pas beaucoup d'ennemis. Cependant on a signalé un petit acarien phytophage, *Tetranychus bioculatus*, qui détermine une maladie assez fréquente sur les feuilles de jute. Cet insecte se retrouve d'ailleurs sur d'autres plantes, comme le cotonnier et le ricin (2).

Dans un autre ordre d'idées, il nous faut signaler l'étude de M. Hautefeuille sur la question du jute en Indo-Chine. D'après cet auteur, il est possible et il peut être avantageux de cultiver le jute au Tonkin, mais les conditions sont toutes moins favorables qu'au Bengale ; en particulier, l'inégale répartition des pluies est susceptible d'entraîner une moindre régularité de production et une moindre certitude de bonne récolte (3).

Dans les colonies françaises, la culture du jute ne paraît pas avoir été essayée ailleurs sur une échelle assez importante pour permettre d'en tirer des déductions pour ou contre son adoption. Nos colons se sont au contraire souvent préoccupés de diverses plantes textiles considérées comme des succédanés du jute, tels que le *Dha* (*Hibiscus cannabinus*) et l'*Urena lobata* (4).

Hibiscus cannabinus.

Cette Malvacée est surtout cultivée dans l'Inde, où elle fournit le *chanvre du Dekkan* ou *jute de Bimlipatam*. Elle a donné lieu à d'importantes études à l'Institut des recherches agricoles de Pusa. Albert et Gabrielle Howard ont fait connaître plusieurs variétés

(1) Finlow and Burkill : *The inheritance of red colour and the regularity of self fertilisation in Corchorus capsularis* (Mem. of the Depart. of Agric. in India, 1912) (D'après J. d'Agric. trop., bull. bibl., n° 2461, août 1912).

(2) Misra : *The red spider on jute (Tetranychus bioculatus Wood-Mason)* (The Agr. J. of India, Vol. VIII, Part IV, oct. 1913, p. 309).

(3) Hautefeuille. *La culture du jute dans l'Inde et en Indo-Chine* (Bull. écon. de l'Indo-Chine, n° 113, mai-juin 1915, p. 265 et n° 114, juillet-août 1915, p. 490).

(4) Perrot : *Le jute* (Les Grands Produits végétaux des colonies françaises, Larose, Paris, 1915, p. 167).

nouvelles (1) et ont isolé une variété remarquable par sa haute tige droite, sa vigueur, et la résistance à l'excès d'eau et au manque d'aération du sol (2).

Ce jute de Bimlipatam est dans la plupart des cas équivalent au jute de Calcutta et peut servir aux mêmes usages (3). Il y aurait donc intérêt à pouvoir cultiver l'*Hibiscus cannabinus* en Indo-Chine, mais les essais effectués par M. Hautefeuille (4) à La-Pho (Tonkin) et plus tard en Cochinchine (5) n'ont pas encore donné de résultats constants.

A Java, l'*Hibiscus cannabinus* avait d'abord attiré l'attention du Département de l'Agriculture (6) ; puis la culture a été abandonnée (7).

On a beaucoup parlé, au contraire, de l'exploitation possible du chanvre de Guinée en Afrique occidentale française, où cette Malvacée est, après le cotonnier, la plante fibreuse cultivée sur la plus grande échelle pour la consommation locale. Ce sont surtout les Somonos et les Bozos, piroguiers et pêcheurs du Niger qui actuellement s'adonnent à cette culture. Mais MM. Vuillet (8) et Y. Henry (9) pensent qu'en Afrique occidentale, parmi les cultures

(1) A. et G. Howard : *Studies in Indian fibre plants : Some new varieties of Hibiscus cannabinus* (Mem. Dept. Agric India, Bot. Ser. 1911).

Id. : *On some new varieties of Hibiscus cannabinus and Hibiscus sabdariffa* (id.)

(2) A. et G. Howard : *An improved fibre plant* (The Agric. Journ. of India, Vol. X, Part. III, july 1915, p. 224).

(3) Saleeby : *Hibiscus cannabinus* (The Philippine Agr. Rev., Vol. V, N° 6, june 1912, p. 309).

(4) Hautefeuille : *Rapport d'ensemble sur les essais de textiles entrepris à La-Pho (Tonkin) : Hibiscus cannabinus* (Bull. éc. de l'Indo-Chine, n° 105, nov.-déc. 1913, p. 1065).

(5) Crevost et Lemarié : *Plantes et produits filamenteux et textiles de l'Indo-Chine : Ketmies* (id., n° 138, sept.-oct. 1919, p. 676).

(6) Bruck : *Der Faserbau in Holländisch-Indien und auf den Philippinen. E. Die Kultur der Javajute* (Beihefte zum Tropenpflanzer, n° 5/6., dez. 1912, p. 492).

(7) Bull. éc. de l'Indo-Chine, n° 113, mai-juin 1915, p. 440.

(8) Vuillet : *Note sur la culture du Chanvre de Guinée (Da — lan = Hibiscus cannabinus) dans le Haut Sénégal Niger* (J. d'agric. trop., n° 128, févr. 1912, p. 45).

— Vuillet : *Chanvre de Guinée* (Perrot. Les grands produits végétaux des colonies françaises, Larose, 1915, p. 147).

(9) Yves Henry : *Le Chanvre de Guinée.* (Y. Henry, Matières premières africaines (T. I, Larose, Paris, 1918, p. 139).

— François : *Les ressources de l'Afrique occidentale française. Textiles et fibres. Da* (Bull. off. col., sept. 1917, p. 543).

praticables par submersion ou par irrigation, celle du Chanvre de Guinée apparaît comme la plus intéressante, aussi bien pour la culture indigène que pour la culture intensive. La simplicité de sa culture, la possibilité de l'exécuter mécaniquement presque en entier, l'absence de maladies, la résistance aux sauterelles et aux criquets, le rendement élevé en fibres sont autant de motifs qui doivent assurer la réussite. Il faut ajouter encore que les graines peuvent fournir une huile dont il a été question ailleurs et que les déchets de la filasse sont propres à la fabrication de la pâte à papier. Une étude chimique a en effet montré que la filasse contient 70 °/₀ d'une cellulose assez pure et 28 °/₀ d'une lignone qui s'élimine sans difficultés notables par le traitement chimique. Quant aux matières minérales et cireuses, elles ne figurent que pour une faible quantité. Aussi les essais technologiques ont-ils été concluants et ont fourni un fort beau papier (1).

Agaves

La nomenclature des Agaves, et plus spécialement des Agaves textiles, est, comme on le sait, extrêmement touffue. Les nombreuses synonymies ont souvent occasionné des confusions regrettables et aujourd'hui encore les botanistes ne sont pas d'accord au sujet des désignations spécifiques à employer.

L'agave textile la plus importante est l'*Agave rigida* qui fournit le *sisal* ou *henequen*. Mais, alors que les Américains, en particulier le prof. Lyster Dewey (2) et que certains auteurs allemands, comme Bruck (3), admettent le dédoublement de l'ancienne espèce de Miller en deux espèces distinctes, *Agave fourcroydes* Lemaire et *Agave sisalana* Perrine, la plupart des botanistes européens admettent seulement deux variétés : *Agave rigida* var. *elongata* ou *longifolia* et *Agave rigida* var. *sisalana* (4). En revanche, tous les auteurs sont d'accord pour reconnaître que la première de ces

(1) Heim, Crolard, Matrod et Moreau : *Valeur papetière du chanvre africain Da (Hibiscus cannabinus)* (Bull. de l'office colonial, avril 1919, p. 321).

(2) Lyster Dewey : *The identity of Fibre Agaves* (West Indian Bulletin, Vol. XVI, 1917, n° 2, p. 104).

(3) Bruck : *Der Faserbau in Holländisch-Indien und auf den Philippinen. B Die Agavenkultur* (Beihefte zum Tropenpflanzer, n° 516, Dez. 1912, p. 403).

(4) Beauverie : *Les textiles végétaux* (Paris, Gauthier-Villars, 1913). — Jumelle : *Les cultures coloniales. Plantes textiles* (Paris, Baillière, 1915).

espèces ou de ces variétés est presque exclusivement cultivée au Yucatan dont elle alimente seule l'exportation et que c'est la seconde qui a été introduite en Afrique, dans l'Inde, en Indo-Chine et à Java.

Mais on connaît aussi d'autres Agaves textiles. Aux Philippines, on s'intéresse à l'*Agave cantala* Roxburgh, dont la fibre est connue sous le nom de *maguey* et qu'on retrouve aussi à Java, dans l'Inde (1) et en Indo-Chine.

D'autre part, dans ces dernières années on a beaucoup parlé du *zapupe*, que l'on a cherché à introduire dans le commerce comme un remplaçant du *sisal* et qui est donné par plusieurs *Agave*. Les deux espèces principales sont l'*Agave Lespinassei* ou *zapupe Vincent* et l'*Agave Zapupe* ou *zapupe azuré*, cultivées dans la région de Vera-Cruz à Tampico. Mais l'engouement pour le *zapupe* ne paraît pas avoir continué et il semble que la culture en ait été abandonnée (2).

Le *Fourcroya gigantea*, qui est très voisin des agaves précédemment citées, est surtout cultivé à l'île Maurice. On y connaît deux variétés, l'*aloès créole* et l'*aloès malgache* (*Fourcroya gigantea*, var. *Willemetiana* et *F. gigantea)*, qui couvrent une superficie de 8.400 hectares (3).

Peu de parasites animaux ou végétaux attaquent les agaves. Le D[r] Kränzlin a signalé en Afrique orientale allemande l'*Achaeta mo-*

(1) SALEEBY : *Philippine maguey* (The Philippine Agric. Rev., vol. III, n° 7 july 1910, p. 424).

— SALEEBY : *Maguey (Cantala) and sisal in the Philippines* (id., vol. VI, n° 4, april 1913, p. 183).

— SALEEBY : *Correct terminology for the so-called fibers of commerce* (id., p. 189).

— SALEEBY : *Cultivo del Maguey (Cantala) y del sisal* (id., vol. VI, n° 5, mai 1913, p. 220).

— BRUCK : *Der Faserbau in Holländisch-Indien und auf den Philippinen. Die Magueykultur* (Beihefte zum Tropenpflanzer, n° 56, dez. 1912, p. 582).

(2) CALVINO : *El Zapupe Vincent* (Mexico, 1912) (D'après J. d'Agric. trop., Bull. bibliog., n° 2518, déc. 1912).

— EM. PERROT dans la Quinzaine col. du 10 février 1912, p. 94.

— CALVINO MARIO (La Hacienda, fév.-mars 1913) (D'après Inst. Intern. d'agric., Bull. des rens. agricoles, août 1913, n° 938).

— *Zapupe fibre* (Bull. of the Imp. Inst., vol. XI, jan-march. 1913, n° 1, p. 65).

— *Zapupe* (Bull. of miscell. inform., Kew, 1917, n° 6, p. 239).

(3) STOCKDALE (Dep. of Agric. Mauritius, Bull. n° 5, 1915) (D'après Inst. Intern. d'agric., Bull. des rens. agricoles, févr. 1916, n° 229).

ria, petit insecte voisin de notre grillon et qui s'attaque la nuit aux feuilles de sisal (1).

On connaît aussi une maladie des feuilles d'agave, que Shaw appelle *anthracnose* et qui est due à un champignon, le *Colletotrichum Agaves*, trouvé pour la première fois en 1892 sur des agaves en Lombardie par Cavara (2). Le *Colletotrichum Agaves* a été retrouvé en Guyane britannique et les inoculations artificielles faites par Bancroft ont confirmé les observations de Shaw sur la diffusion de l'agent pathogène, qui ne peut attaquer les feuilles que quand il trouve une voie naturelle de pénétration (3).

Ce ne serait plus un champignon, mais la forte chaleur, qui causerait sur les feuilles de sisal les taches concaves de couleur brune qu'on y a constaté abondamment en Afrique orientale allemande pendant l'année 1913. Braun a montré qu'une température de 41°6 pendant dix minutes (température réalisée souvent dans le pays) peut provoquer sur les feuilles l'apparition de ces taches (4).

Ce serait, enfin, d'après Bruck, une bactérie qui occasionnerait la coloration rougeâtre que présentent parfois les fibres d'agave, quelque temps après la récolte (5).

(à suivre).

(1) KRANZLIN : *Achaeta moria, ein Sisalschädling* (Der Pflanzer, nov. 1913, n° 11, p. 568).

(2) SHAW : *Anthracnose of Sisal Hemp* (The Agric. Journ. of India, vol. VIII, Part I, jan. 1913, p. 65).

(3) BANCROFT : *Colletotrichum Agaves, nuisible au sisal dans la Guyane britannique* (The J. of the Board of Agric. of Brit. Guiana, Demerara, 1914) (D'après Inst. Intern. d'Agric., Bull. des rens. agricoles, sept. 1914, n° 859).

(4) BRAUN : *Beiträge zur Kenntnis der Blattflecken an Sisalagaven* (Der Pflanzer, april 1914, n° 4, p. 188).

(5) BRUCK : *Bemerkungen über das Rotwerden von Agavenfasern* (Der Tropenpflanzer, febr. 1913, n° 2, p. 83).

REVUE DES TRAVAUX
DE
PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE
PUBLIÉS DANS LE COURS DES ANNÉES 1910-1919
2me PARTIE : MÉSOZOÏQUE
(du Trias au Wealdien inclus)

par M. A. CARPENTIER

(suite)

Chine. — De ses voyages en Dzoungarie (Chine occidentale), le Professeur Obrutschew avait rapporté une série de plantes fossiles que M. Seward a étudiées (1). Dans cette région les formations mésozoïques, comprises par Suess dans la série d'Angara, sont constituées de conglomérats, de grès, de schistes, avec quelques lits de houille ou de lignites, sous une épaisseur qui peut atteindre 3. 500 mètres, comme on peut en juger dans le ravin de l'Ak-djar, de la rivière Diam. Dans ce ravin la succession des couches mésozoïques est continue depuis le soubassement paléozoïque, jusqu'aux formations, d'âge probablement tertiaire, qui reposent en discordance sur le mésozoïque. La coupe du ravin d'Ak-djar comprend des lits à plantes dans ses régions inférieure et moyenne. M. Seward cite de ce gisement : *Equisetites Serjanensis* Sew., *Coniopteris quinqueloba, C. hymenophylloides, Sphenopteris modesta, Cladophlebis* sp., *Eboracia lobifolia, Raphaelia diamensis* nov. sp., *Ginkgo Obrutschewi* n. sp., *Baiera Lindleyana, Phœnicopsis angustifolia, Podozamites lanceolatus, Pityophyllum* sp. Dans la même série, mais dans une autre localité, rive droite de la rivière Kobuk, en plus de quelques plantes précitées, on trouve le *Taeniopteris vittata* Brongt. et une

(1) A. C. SEWARD : Jurassic plants from Chinese Dzungaria. *Mémoires du Comité géologique de Russie,* N. S., Livraison 75, p. 1-61 ; pl. I-VII, 1911.

nouvelle forme de *Pinites, P. kobukensis,* dont les branches portent des rameaux courts, disposés en spirale et garnis de fascicules denses de longues feuilles. Des gisements moins fossilifères, en bordure des montagnes de Djair, ont fourni dans des lames de charbon papyracé, des cuticules de *Ginkgoïnées*, entre autres du *Ginkgoites Obrutschewi* et de *Czekanowskia*, dont l'examen a révélé la structure stomatique. Retenons les conclusions générales de M. Seward : la flore de la Dzoungarie est sûrement jurassique. Elle compte jusqu'à présent 14 espèces, dont 9 ont pu être identifiées avec des formes médiojurassiques d'Angleterre ; c'est probablement au *Jurassique moyen* qu'on doit la rapporter. Cette flore est principalement composée de *Fougères ;* les *Gymnospermes* sont représentés par des *Ginkgoïnées*, par quelques *Conifères,* sans traces de *Cycadophytes.*

Sibérie centrale. — En 1876 Heer avait fait connaître des empreintes de plantes, en particulier de *Ginkgoales* (*Baiera*, *Ginkgo*, *Phœnicopsis, Czekanowskia)*, de Fougères *(Coniopteris, Cladophlebis)*, d'*Equisetites* du Gouvernement d'Irkoutsk. Une série de plantes, recueillies au toit des quelques veines de houille que comprend le bassin houiller de Cerembova, district de Balagansk, (Gouvernement d'Irkoutsk) a été examinée par MM. A. C. Seward et H. Hamshaw Thomas (1). Des empreintes du *Cladophlebis haiburnensis* Lindl et Hutton, dont le type spécifique provient du Yorkshire ; *Equisetites* sp. probablement identique à l'*Equisetites ferganensis* Sew. du Turkestan (2) ; *Ginkgo digitata* Brongt. ; *Baiera* sp. ; *Czekanowskia rigida* Heer ; *Phœnicopsis speciosa* Heer. Quelques-unes de ces plantes (*Equisetites* sp., *Phœnicopsis*) ou des formes très voisines ont antérieurement été signalées par M. Krasser dans le Jurassique de la Mongolie ou de la Transbaïkalie (3). La flore du bassin de Cerembova offre des rapports de parenté avec la flore Jurassique du Turkestan, telle qu'elle nous est connue par les travaux de M. Seward et avec la flore de Kamenka, étudiée par

(1) A. C. Seward and Thomas : Jurassic Plants from the Balagansk district, Government of Irkutsk. *Mém. Comité géol. de Russie*, n. s. L. 73, 1911.

(2) A. C. Seward : Jurassic plants from Caucasia and Turkestan *(Ibid.*, L. 38, 1907).

(3) F. Krasser : Fossile Pflanzen aus Transbaikalien der Mongolei und Mandschurei (*Denks. Kais. Akad. Wiss. Wien.* Bd. LXXVIII, 1906).

M. Thomas. C'est somme toute avec la flore du Médiojurassique (*Bathonien)* qu'elle présente le plus d'affinités.

Sibérie orientale. — Oswald Heer a décrit, en 1876, des plantes fossiles recueillies dans la région du Haut Amour et de la rivière Bureja et conclu à l'âge bathonien de la flore de l'Amour, en se basant sans doute sur des preuves fournies par la faune. M. Seward (1) a examiné une collection d'empreintes végétales réunies par M. Khlaponin en 1903 et 1910 au bord de la rivière Umalta et surtout de la Tyrma, affluents de la Bureia. Le nombre d'espèces reconnues est trop petit pour permettre de déterminer exactement l'âge de ces lits à végétaux ; mais la flore dans son ensemble, et c'est la conclusion générale du mémoire de M. Seward, concorde bien avec d'autres flores médiojurassiques plus riches. Voici les principaux types : *Equisetites* sp., semblable à *E. ferjanensis* du Turkestan ; *Coniopteris burejensis*, que M. Zalessky plaçait dans le genre *Dicksonia*, mais qui est proche parent du *Coniopteris hymenophylloides ; Cladophlebis haiburnensis* L. et H., fougère que Heer et M. Zalesky (1904) ont rapportée au genre *Asplenium* (*A. whitbiense* Brgt.) et qu'on a également signalée dans les flores médiojurassiques de Kamenka, d'Irkutsk, de l'Afghanistan... ; le *Nilssonia (= Anomozamites) Schmidtii* Heer sp. On peut comparer une empreinte de feuille de *Ginkgoites* à d'autres décrites par M. Seward du médiojurassique de Dzungaria (Chine) et une empreinte d'inflorescence au *Stenorachis lepida* Heer.

— Au Sud de la région de l'Amour, dans la contrée de l'Oussouri, on a découvert des plantes fossiles dans des grès et des schistes qui reposent sur le Trias et dont l'âge d'après la faune paraît être médiojurassique. M. Krystofovic (2) a étudié la flore dans un mémoire paru en 1910. La majorité des plantes sont communes aux gisements de l'Oussouri et aux flores médiojurassiques du Yorkshire, de Sibérie, de Chine, de Mandchourie, de l'Amérique du Nord : *Cladophlebis haiburnensis*, *Cl. witbiensis*, *Nilssonia orientalis*, *Ginkgo digitata*... ; mais un groupe de plantes, les *Tæniopteridées*, comprenant *T. ensis* Oldham, *T. spathulata*

(1) A. C. Seward : Jurassic plants from Amurland (*Mém. Comité géol.* N. S. Livr. 81, 32 pages, 3 pl. ; St Pétersbourg, 1912).

(2) A. Krystofovic : Jurassic plants from Ussuriland (*Mém. Comité Géologique*, N. S. Livr. 56 ; 22 pages, 3 planches ; St Pétersbourg, 1910).

Mc. Clelland plaiderait en faveur d'un âge rhétien-liasique. L'absence d'autres formes anciennes et l'abondance de types médiojurassiques inclinent M. Krystofovic à rapporter les lits à plantes de l'Oussouri au *Bajocien*. Soulignons un caractère commun à cette flore et aux flores médiojurassiques de Dzungaria (Chine), de Kamenka, du Caucase et du Turkestan, du Yorkshire : le développement des *Ginkgoales : Ginkgoites digitata, Phœnicopsis* et g. *Czekanowskia*. Les flores jurassiques de l'Inde ne comptent pas ou peu de Ginkgoales, celles de Graham et du Mexique en paraissent totalement dépourvues, tandis que la flore de l'Orégon en comprend plusieurs. On se ferait facilement à l'idée que la flore de l'Oussouri aurait hérité à la fois d'espèces venant du Sud *(Tæniopteris)* et de Ginkgoales d'origine septentrionale.

Amérique du Sud. — Pendant l'expédition suédoise dans l'Antarctique (1901-1903), le professeur Andersson avait découvert des fossiles marins et du bois pétrifié dans des grès et conglomérats qui affleurent sur la côte méridionale de la Baie de Tekenika, Ile de l'Hôte (Terre de Feu). Ses collections furent perdues lors du naufrage de l'Antarctique. En 1909 M. Halle visita cette localité et recueillit à nouveau du bois pétrifié ; au Nord de la même baie il découvrit quelques empreintes de plantes mal conservées dans un schiste ardoisier très dur. M. Halle (1) a décrit ces empreintes : *Sphenopteris* sp. (cf. *Sph. hymenophylloides*), *Dictyozamites* cf. *falcatus* (Morr.) Oldh. Ce dernier fossile est extrêmement intéressant à noter. Le genre *Dictyozamites* est jusqu'ici exclusivement jurassique et le *D. falcatus*, auquel l'espèce de Tekenika ressemble le plus, a été d'abord trouvé dans le groupe de Raymahal, puis dans le groupe de Sripermatur (Gondwana supérieur de l'Inde). D'autres espèces ont été signalées dans le Médiojurassique (Japon, Yorkshire). Les spécimens de la baie de Tekenika paraissent donc indiquer un âge jurassique et très probablement médiojurassique pour les schistes fossilifères de cette localité.

(1) T. G. Halle : Some mesozoic plant-bearing deposits in Patagonia and Tierra del Fuego. (*Kungl. Svenska Vetenskaps. Handl.*, LI, N° 3, pp. 6-12 ; pl. V, figs. 26-35 ; 1913) — Voir aussi Halle : On the occurence of *Dictyozamites* in South America *Palæobotanische Zeitschrift*, I, 1, pp. 40-42 ; 1912).

Terre de Graham. — L'un des plus importants résultats de l'Expédition antarctique suédoise de 1901 à 1903, sous la direction de M. Nordenskjöld, fut la découverte par le Professeur Andersson d'une riche flore mésozoïque à Hope Bay, dans la terre de Graham, par 63° 15′ 5 de latitude australe. Les plantes fossiles se trouvent dans des schistes très durs, en partie laminés, qui constituent la base du Mont Flora et sont recouverts par des roches volcaniques. Ces schistes sont des dépôts d'eau douce ; on n'y a pas trouvé jusqu'ici de fossiles marins. On ne peut donc se baser que sur les végétaux fossiles pour en déterminer l'âge et il est important de noter que les plantes dont les empreintes ont été plus ou moins bien conservées se sont déposées non loin de leur lieu d'origine.

En 1904 dans une note aux *Comptes rendus* de l'Académie des Sciences, Nathorst a signalé la découverte de cette flore riche et variée, apparentée à la flore des couches de Jabalpur-Kach (Inde) et aux flores médiojurassiques du Nord de l'Europe.

En 1913 M. Halle (1) a donné une analyse très approfondie et la description détaillée de la flore de Hope Bay ; l'importance de ce travail au point de vue paléobotanique, comme aussi au point de vue de la distribution géographique des genres et des espèces durant le Jurassique, a été soulignée par Arber, M. Seward et Lignier (2).

La terre de Graham est située en dehors du cercle antarctique, mais le climat est tout à fait polaire, le sol est en grande partie couvert de glaces et la flore actuelle ne compte que deux espèces de plantes vasculaires. Or durant le Jurassique en cette même région la flore comprenait au moins 61 formes différentes ; M. Halle a pu d'ores et déjà déterminer 42 espèces, dont 20 nouvelles ; les diverses formes se répartissent de la sorte : *Equisetales* 1, *Filicales* 25, *Cycadophytes* 19, *Conifères* 13, Gymnospermes d'affinité inconnue 2, végétaux incertæ sedis 1. On n'a pas trouvé trace de *Lycopodinées*, de *Ginkgoïnées*, d'*Angiospermes*.

L'*Equisetites approximatus* Nath. de Graham offre une grande

(1) T. G. Halle : The mesozoic flora of Graham Land (*Wissensch. Ergebn. der schwedischen Südpolar-Expedition 1901-1903*. III, Lief. 14, 123 pages, 9 pl., 19 text-fig., Stockholm, 1913).

(2) N. Arber in *Geol. Magaz.* N. S. Dec. V. X. p. 217, Febr. 1913 — A. C. Seward in *The New Phytologist*, XII, Nos 4 et 5, april et may 1913, p. 188-190 — O. Lignier in *Bull. Soc. Linn. Normandie*, 6e sér., VI, pp. 130-126 ; 1913.

ressemblance avec *E. Rajmahalensis* Schimper, du Gondwana supérieur de l'Inde. Cependant, d'après M. Halle, qui dans la détermination des espèces suit ce principe « que c'est un moindre mal de séparer des formes en réalité identiques que de confondre des formes en réalité distinctes », les deux espèces d'*Equisetites* sont maintenues jusqu'au moment où de bons spécimens permettront d'établir l'identification ou la distinction des espèces. La discussion de cette manière de voir se trouve exposée dans des notes de M. Seward et de M. Halle (1).

Parmi les Fougères trois seulement sont fertiles : *Todites Williamsoni*, *Coniopteris hymenophylloides*, *C.* cf. *nephrocarpa* (Bunb.), formes très voisines qu'on a trouvées aussi dans l'Oolithe du Yorkshire. Parmi les fougères ou plantes filicoïdes stériles notons: *Sagenopteris paucifolia* (Phill.) Ward (= *S. Phillipsii* Brongt.) ; *Dictyophyllum* sp. ; de nombreuses espèces sont rapportées aux genres vagues *Sphenopteris*, *Cladophlebis*, en l'ignorance où l'on est au sujet de leurs fructifications ; huit Filicales sont identiques à des espèces de l'Oolithe inférieure du Yorkshire : *Sagenopteris paucifolia*, *Todites Williamsoni* Brgt., *Cladophlebis denticulata* Brgt., *Cl. arguta* (Lindl. et Hutt.), *Cl. (Eboracia ?) lobifolia* (Phill.), *Cl. (Kluckia ?) exilis* (Phill.), *Coniopteris hymenophylloides* Brongt. sp., *Sphenopteris* (Ruffordia ?) *Gœpperti* Dunk. L'une des caractéristiques de cette flore est la fréquence de plantes filicoïdes à folioles petites et coriaces, à nervation indistincte, que M. Halle rapporte au genre *Scleropteris* de Saporta. L'une des espèces, *S. furcata* Halle, diffère des espèces connues par la bifurcation du rachis, caractère qui suggère à M. Seward la comparaison avec des espèces italiennes du genre *Dichopteris* Zigno. M. Halle ne se dissimule pas les difficultés que l'on rencontre à délimiter les genres *Thinnfeldia* Ett. et *Pachypteris* Brgt. Il les maintient séparés jusqu'à plus ample informé.

Un des traits marquants de cette flore c'est la présence de frondes de Cycadophytes : *Nilssonia*, *Pseudoctenis*, *Zamites*, *Otozamites*, *Ptilophyllum* ; les genres *Otozamites* et *Zamites* sont représentés par plusieurs espèces, mais il faut noter que le terme *Ptilo-*

(1) SEWARD : op. cit. *The New. Phytologist*, XII, pp. 188-190, 1913 — HALLE : Some remarks on the classification of fossil plants (*Geologiska Föreningens Stockholm Förhandl.*, XXXV, pp. 367-381 ; pl. IX et X ; 1913).

phyllum est entendu dans l'acception de Feistmantel et que dans le genre *Zamites* sont classées les pennes attachées à la surface supérieure du rachis par une base plus ou moins contractée, mais toujours symétrique. Le *Ptilophyllum pectinoides* Phill. sp. est commun à Graham et au Lower Oolite du Yorkshire; l'*Otozamites Hislopi* (Oldh.) et l'*O. abbreviatus* Feist. sont signalés dans le Gondwana supérieur de l'Inde. Les *Podozamites*, *Anomozamites*, les vrais *Pterophyllum* n'ont pas été signalés à Graham, il en est de même des *Tæniopteris*.

Les Conifères de Graham constituent un groupe important; on n'a généralement affaire qu'à des rameaux feuillus. Halle propose de ranger dans le genre *Elatocladus* les rameaux garnis de feuilles, à symétrie radiale ou dorsiventrale, appartenant à des Conifères, sans qu'on puisse en l'absence de fructifications les rapporter à des genres connus. L'*Elatocladus heterophylla* offre un exemple intéressant de dimorphisme foliaire, à comparer avec ceux que montrent quelques espèces récentes de *Podocarpus* ou de *Dacrydium* de l'Hémisphère Sud, comme le suggère M. Seward. Quelques espèces de Conifères à feuilles squamiformes, du genre *Pagiophyllum*, ont été reconnues et plusieurs graines de l'*Araucarites cutchensis* Feistm. du Gondwana supérieur de l'Inde ont été déterminées. Ces graines ressemblent d'ailleurs beaucoup à celles de l'*A. Brodiei* Carruthers, du Jurassique anglais. En plus de cet *A. cutchensis*, les flores du Gondwana supérieur indien (surtout de Madras) et de Graham ont en commun quelques Conifères : *Pagiophyllum Feistmanteli* n. sp., *Elatocladus conferta*, *E. jabalpurensis* Feist. sp.

La flore de Graham a donc des traits de similitude avec celles du Gondwana supérieur de l'Inde (plusieurs espèces communes, absence de Ginkgoales); elle s'en distingue par l'absence de *Tæniopteris* et de *Pterophyllum*.

Ses affinités sont marquées avec la flore de l'Oolithe inférieure du Yorkshire. « Il n'y a pas de raison de croire, conclut M. Halle, que la flore de Hope Bay est sensiblement plus âgée ou plus récente que les flore médiojurassiques. »

Le mémoire de M. Halle fournit des exemples de la vaste étendue de l'aire de distribution géographique de plusieurs espèces jurassiques. Huit espèces de fougères, une espèce de

Cycadophyte sont identiques à des espèces du Yorkshire. L'absence de Ginkgoales, alors qu'elles sont si répandues dans les régions arctiques, en Sibérie, en Europe, à la même époque, est cependant un fait important à noter. Dans l'Inde les Ginkgoales sont rares et les *Podozamites* absents.

La flore de Hope Bay, offrant à la fois des affinités avec la flore de l'Inde et surtout avec la flore de l'Europe occidentale, tend à confirmer indirectement l'opinion de M. Seward sur les flores du Gondwana supérieur : les caractères qui les distinguent des flores d'Europe de même âge, ont sûrement été exagérés par les anciens paléobotanistes.

Les ressemblances entre des flores très éloignées les unes des autres, plaident en faveur de l'uniformité de climat et de la disparition, durant le Jurassique, des deux provinces phytogéographiques à caractères tranchés, qui existaient à la fin du Paléozoïque.

Nouvelle Zélande. — Dans l'état actuel de nos connaissances, il est de bonnes raisons pour assigner, d'après N. Arber (1), à la flore de Waikawa (Ile du Sud) un âge médiojurassique ; on y remarque *Tæniopteris vittata, Coniopteris hymenophylloides*, deux plantes généralement associées dans le médiojurassique du Yorkshire ; *Ptilophyllum acutifolium* et *Elatocladus conferta* qui se trouvent aussi dans le médiojurassique de l'Inde. En 1907 M. Kidston et Gwynne-Vaughan ont décrit des tiges pétrifiées d'Osmondacées, provenant de cette localité de Waikawa ; plus récemment M. Sinnot (2) a décrit un spécimen d'*Osmundites* de Waikawa et une autre du gisement jurassique de Kawhia (Ile du Nord) ; il s'agit d'une même espèce (*O. Dunlopi*) que M. Kidston et Gwynne-Vaughan avaient déjà reconnue à Gore, Nouvelle-Zélande.

d. Suprajurassique.

Les flores du Jurassique supérieur sont relativement peu connues. Dans la dernière décade les travaux parus sur la flore du Sutherland (Ecosse) ont contribué à combler cette lacune et à faire ressortir les

(1) ARBER : op. cit. in *New-Zealand Geolog. Surv. Palæont. Bull. N° 6*, pp. 16, 17 ; 1917.

(2) E. SINNOT : Some jurassic Osmundaceæ from New Zealand (*Annals of Botany*, XXVIII, pp. 471-478, pl. XXXVII ; 1914).

traits communs de la flore kimméridgienne et des flores wealdiennes.

Alaska. — Les dépôts mésozoïques du Cap Lisburne, au Nord-Ouest de l'Alaska, connus sous le nom de formation de Corwin, constituent un complexe de conglomérats, de grès, de schistes avec lits de houille. On y a trouvé par places des fossiles végétaux, étudiés par M. Knowlton (1), qui considère la flore comme n'étant pas probablement plus ancienne que le Bathonien et certainement pas plus récente que l'Oxfordien. Cette flore ne compte jusqu'à présent que 17 espèces (Equisetales, 1 ; Filicales ou plantes filicoïdes 4 ; Cycadophytes et Conifères 9 ; Ginkgoales 3). Plusieurs espèces (*Podozamites lanceolatus, Ginkgoites digitata, Phœnicopsis angustifolia...*) sont communes à la formation de Corwin et à la flore bathonienne du Cap Boheman (Spitzberg) (2). Quelques espèces telles que l'*Elatides curvifolia* et le *Fieldenia Nordenskioldi* sont d'un niveau plus élevé et se trouvent au Spitzberg dans le Jurassique supérieur de l'Advent Bay (Portlandien supérieur-Wealdien). La flore de l'Alaska et la flore de l'Amour ou d'Irkoutik (Sibérie orientale) comptent huit espèces communes, ce qui permet de conclure à la communication facile par terre entre la Sibérie et le Nord-Ouest de l'Amérique du Nord durant le Jurassique.

Ecosse. — « Vers la fin du Jurassique se développait dans la partie Nord-Ouest du continent européen une flore qui s'étendait aux latitudes arctiques ; beaucoup de genres qui eurent alors leur apogée ont disparu, tandis que d'autres ont aujourd'hui des descendants dans les flores tropicales ou subtropicales. » C'est l'une des conclusions générales et des plus intéressantes du mémoire de M. Seward (3) sur la flore jurassique du Sutherland (Ecosse). La plupart des plantes proviennent de la localité de Culgower, sur la côte orientale du Sutherland. La flore de Culgower comprend des Filicinées *lato sensu* et des Gymnospermes.

(1) F. H. KNOWLTON : The jurassic flora of Cape Lisburne Alaska (*U. S. Geol. Surv. Profess. Paper* 85-D, pp. 39-55 ; pl. V-VIII ; 1914).

(2) Cf. NATHORST : op. cit. in *Bull. Geol. Instit. Upsala*, X, p. 367, 1910.

(3) A. C. SEWARD : The Jurassic flora of Sutherland (*Trans. Royal Soc. Edinburgh*, vol. XLVII, part IV, N° 23, pp. 643-709 ; pl. I-X, 14 text-figs. ; 1911.)

Parmi les Fougères on remarque plusieurs espèces du genre *Haussmannia*, rangées par M. Seward parmi les *Diptéridinées* ; on pourrait avoir affaire à des fougères héterophylles épiphytes comme les *Platycerium* actuels. Les genres *Laccopteris* et *Matonidium* (*Matoninées*) sont apparentés au genre *Matonia* de Malaisie. Un rhizome à structure conservée et des portions de frondes sont rattachées aux *Gleichéniacées*. Aux *Osmundacées* sont attribués le *Todites Williamsoni* (Brongt.) et le *Cladophlebis denticulata* Brgt., ce dernier avec doute.

Les Gymnospermes se répartissent entre les *Ginkgoales* (g. *Ginkgoites*, g. *Baiera*, g. *Phœnicopsis* ?) les *Coniferales* (g. *Araucarites*, plusieurs espèces de strobiles mâles) et les *Cycadophytes*. Parmi ces derniers mention doit être faite du *Williamsonia pecten*, Bennettitée dont l'aire de distribution est très étendue puisque Nathorst l'a signalée dans les régions antarctiques et M. Seward au Caucase et dans le Turkestan. Les genres *Pterophyllum*, *Nilssonia*, *Zamites* représentés par plusieurs espèces dans la flore de Culgower et un genre nouveau, g. *Pseudoctenis*, dont les frondes tiennent à la fois du genre *Pterophyllum* et du genre *Ctenis*, sont classés parmi les Cycadophytes *incertæ sedis*.

Somme toute, la flore de Culgower compte bon nombre d'espèces communes avec les flores wealdiennes d'Angleterre ou de l'Allemagne du Nord (*Hausmannia dichotoma*, *Gleichenites cycadina*, *Elatides curvifolia*...) ou la flore du Jurassique supérieur du Spitzberg. Mais elle comprend aussi des espèces qui sont surtout caractéristiques du Médiojurassique (*Coniopteris hymenophylloides*, *Todites Williamsoni*...) et mêmes quelques rares espèces d'apparition plus ancienne (le *Nilssonia brevis* du Rhétien par exemple). M. Seward conclut à l'âge suprajurassique et pour préciser à l'âge *kimméridgien* de cette flore du Sutherland, conclusion conforme à celle des géologues MM. Judd et H. B. Woodward.

Plusieurs fragments de plantes à structure conservée, parfois assez imparfaitement, ont été décrits par M. Seward et Miss N. Bancroft (1). Ils proviennent aussi du Suprajurassique de la côte orientale d'Ecosse, du Sutherland, de Cromarty, de la baie

(1) A. C. Seward and N. Bancroft : Jurassic plants from Cromarty and Sutherland, Scotland (*Trans. Royal Soc. Edinburgh*, vol. XLVIII, part IV, N° 32, pp. 867-886 ; 6 ext-figs., pl. I and II, 1913).

d'Eathie. On reviendra sur l'intérêt de ce travail dans les pages consacrées soit au genre *Thinnfeldia*, soit aux *Coniferales*. On y trouve en effet des remarques critiques sur les *Thinnfeldia*, leur attribution, et les caractères distinctifs du genre *Thinnfeldia* et du genre *Dicroidium* Gothan, comme aussi sur l'ancienneté des Araucarinées. M. Seward et Miss Bancroft ne décrivent pas moins de cinq espèces nouvelles de *Coniferales*, dont l'une des plus importantes est le *Conites Juddi*, strobile offrant à la fois des traits de ressemblance avec les *Araucaria* et les *Agathis*. Un autre fossile provenant de Cromarty a été étudié en détail par M. Seward : il s'agit du *Williamsonia scotica* ; on en renvoie l'examen au chapitre qui traite des *Bennettitales*.

France. — De l'*Oxfordien* du plateau de Lucey (Meurthe-et-Moselle), M. M. Viguier et Fritel (1) ont décrit un bois de Conifère, le *Cupressinoxylon Delcambrei* n. sp., dont les anneaux successifs sont bien marqués.

Dans le *Séquanien* de Bellême (Orne) Crié avait signalé en 1883 un *Equisetites* nouveau, *E. Guillieri*. Lignier en a repris la description et l'a figuré. Cet *Equisetites* ressemble beaucoup à l'*E. veronensis* Zigno de l'Oolithe inférieure des environs de Vérone (2).

Allemagne. — M. Salfeld (3) signale à Hildesheim (Hanovre), dans *l'Oolithe corallienne* un *Tæniopteris* à larges frondes et le *Zamites Feneonis* Brgt. Le gisement corallien de Salzhemmendorf, en plus de quelques espèces nouvelles (*Conites*, g. *Widdringtonites*), compte quelques espèces de plantes filicoïdes du Corallien français de Verdun (Meuse) ou d'Auxey (Côte d'Or) : *Stachypteris lithophylla* Pomel, *Cladophlebis* cf. *Moisseneti* de Saporta.

M. Salfeld ne décrit que quelques plantes du *Kimmeridgien* : *Zamites Feneonis*, déjà signalé dans le Corallien, *Palæocyparis Falsani* que de Saporta remarqua dans la flore d'Armaille, dans l'Ain (France).

(1) R. Viguier et P. H. Fritel : Sur le *Cupressinoxylon Delcambrei* nov. sp. (*Ass. franç. Av. Sc.*, 40e Sess. Notes et Mém., pp. 297-306 ; 7 fig. ; Dijon 1911).

(2) O. Lignier : Végétaux fossiles de Normandie, VII (*Mém. Soc. Linn. Normandie*, XXIV, p. 79 ; pl. IX, fig. 21 ; 1913).

(3) Salfeld : Beiträge zur Kenntnis jurassischer Pflanzenreste aus Norddeutschland (*Palæontographica*, LVI, 1909, S. 1-36 ; Taf. I-VI).

Les calcaires en plaquettes du Portlandien de Lauenstein, de Ahlen, de Süntel ont fourni en tout cinq espèces à M. Salfeld, dont une espèce, le *Cladophlebis gracilis* Sap., se trouve déjà dans le Corallien français, et dont trois espèces sont d'affinités wealdiennes : *Lomatopteris Schimperi* Schenk, *Pagiophyllum* sp. Seward, *Sphenolepidium* cf. *Sternbergianum*.

e. Wealdien.

La flore wealdienne continue la flore jurassique et, de l'avis des spécialistes, se rattache même au Jurassique. Il n'est donc pas possible d'établir de limite nette entre les flores du Jurassique supérieur, autant qu'elles sont connues, et la flore wealdienne.

En Angleterre, la flore wealdienne se distingue nettement de la flore du *Lower Greensand (Aptien)* qui lui a immédiatement succédé. Tout en tenant compte des réserves inspirées à Miss Stopes par les différences dans le mode de dépôt et de fossilisation pour les argiles du Weald et le *Lower Greensand,* on est frappé, en parcourant son volume sur la flore de l'Aptien anglais (1), par le grand nombre de Conifères et la présence de bois d'Angiospermes. Dans la flore wealdienne les *Filicales* sont bien plus nombreuses ; les *Araucariales* y sont représentées, tandis que Miss Stopes n'en n'a pas reconnu parmi les bois du *Lower Greensand.* L'effectif des Cycadophytes diminue beaucoup du Wealdien à l'Aptien.

Jusqu'à présent nos connaissances relatives à l'apparition des Angiospermes en deçà de l'Aptien manquent de précision et de certitude.

Les empreintes végétales, provenant de la *Patuxent series* (Néocomien) du Maryland U. S., qu'on avait attribuées à des Angiospermes, sont douteuses et pourraient appartenir à des *Gnetales,* de l'avis de M. Berry (2).

Du Wealdien portuguais, de Saporta avait cru pouvoir identifier des feuilles d'Angiospermes ; comme le note M. Seward (3), quel-

(1) M. C. STOPES : Lower Greensand (Aptian) plants of Britain. *(Catalogue of the Mesozoic plants. British Museum.* The Cretaceous Flora, part II, p. XIX-XXII, 1915).

(2) W. BERRY : in *Maryland Geological Survey,* Cretaceous Lower, p. 64 ; Baltimore, 1911.

(3) A. C. SEWARD : Wealden Floras *(Hastings and East Sussex Naturalist,* II, n° 3, p. 128, 1914).

ques unes de ces feuilles sont généralement rapportées à des fougères et d'autres pourraient être des restes d'Angiospermes.

Sur la distribution des flores wealdiennes à travers le monde et sur leurs corrélations on lira avec intérêt les pages que M. Berry (1911) et M. Seward (1913-1914) consacrent à ces questions dans leurs notes ou mémoires (1). Les corrélations entre les flores dites wealdiennes ne sont pas faciles à établir. Dans l'état actuel de la science on peut dire, ce nous semble, qu'on a affaire à une flore wealdienne (d'âge intermédiaire entre Jurassique et Néocomien ; Éocrétacé) quand on trouve des espèces telles que *Onochyopsis psilotoides*, *Weichselia Mantelli* avec *Haussmannia dichotoma*, *Gleichenites cycadina*, etc.... à l'exclusion d'espèces médio-jurassiques (*Todites Williamsoni*, *Coniopteris hymenophylloides*).

Angleterre. — Les traits principaux de la flore wealdienne ont été précisés par M. Seward, dans sa note sur les *Wealden Floras* ; depuis la publication de son catalogue de la flore du Weald (1894-1895), M. Seward (2) a d'ailleurs fait progresser nos connaissances sur ce sujet, grâce aux recherches sur le terrain de MM. Dawson, Teilhard de Chardin et Pelletier qui ont recueilli des empreintes dans le Sussex, surtout dans les environs de Fairlight. Notons deux nouvelles espèces de *Lycopodiales* dont un *Selaginellites* ; la fréquente association dans l'argile de Fairlight, des débris d'*Haussmannia* et de *Matonidium* ; la découverte des spores du *Ruffordia Gœpperti* et du nouveau genre *Pelletiera*, fougères qui ont des affinités avec les *Schizéacées*, de belles empreintes d'*Onychiopsis*, d'*Otozamites*, *Klipsteinii*, etc .. etc... Grâce aux investigations de M. Seward, la flore wealdienne d'Angleterre compte à présent un total de 68 espèces, dont 32 Phallophytes et Ptéridophytes (23 espèces de fougères), 19 espèces de Cycadophytes ; des Conifères et des Gymnospermes *incertæ sedis*.

(à suivre).

(1) Berry : *op. cit.* 1911, pp. 98-127, 153-172. — A. C. Seward : Contribution to our knowledge of wealden floras (*Quart. Journ. Geol. Soc.*, LXIX, pp. 109-112, 1913). — Id. *op. cit.* Wealden Floras, pp. 129-131, map.

(2) Cf. A. C. Seward : *op. cit.* in *Quart. Journ. Geol. Soc.*, LXIX, pp. 85-116 ; pls. XI-XIV ; 1913.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

T. PADMANABHA PILLAY. — **Zur Entwickelungsgeschichte von *Sphaerobolus stellatus* Tode** (*Jahrbuch der philosophischen Fakultät II der Universität Bern*, Bd. III, 1923).

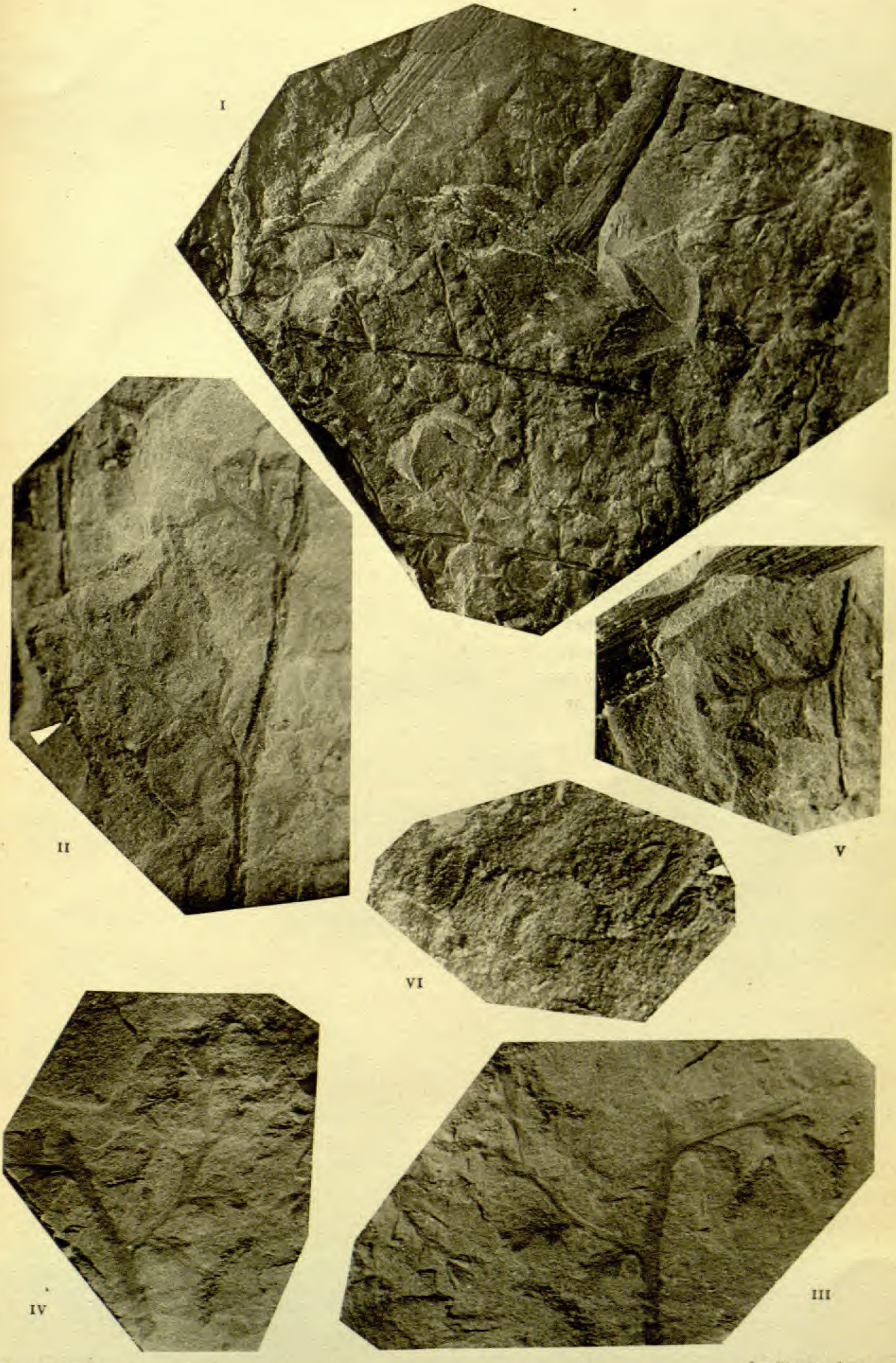
L'auteur a étudié le développement du *Sphaeròbolus stellatus :* mycelium, formation des stromas et des fruits (le plus souvent un, rarement deux par stroma), développement des basides, formation et germination des spores.

Les résultats les plus importants ont trait au changement de phase du noyau (Kernphasenwechsel) et à la position systématique du *Sphaerobolus*. C'est dans la baside que se fait la réduction chromatique, comme on pouvait le supposer par analogie avec d'autres recherches. Les spores germent en donnant un mycelium qui présente de suite des boucles d'anastomose et qui est diploïde ; la spore est elle-même diploïde et l'auteur y a vu une paire de noyaux, mais il n'a pu se rendre compte avec certitude de leur origine. Deux possibilités : ou bien immigration de deux noyaux haploïdes provenant de la baside ou bien division du noyau dans la spore elle-même. Dans le premier cas, le stade haploïde du *Sphaerobolus* serait limité à la baside après la division du noyau ; dans le deuxième à la baside après division du noyau et aux jeunes spores. Tout le reste du développement appartient au stade diploïde jusqu'à nouvelle formation de la baside où les noyaux se fusionnent et où les noyaux-zygotes subissent la réduction chromatique.

Le *Sphaerobolus* a été placé de bonne heure dans les Gastromycètes. J. Schröter et Ed. Fischer ont divisé ceux-ci en deux grands groupes, les Hyménobasidiées et les Plectobasidiées, d'après la disposition des basides. Le *Sphaerobolus* a été mis avec raison dans les Plectobasidiées. Il y représente, comme l'a montré Rabinowitsch, un groupe parallèle aux Phallacées autant que l'on compare la couche collenchymateuse avec le réceptacle ; si l'on envisage le fait que les basides ne sont pas tout à fait disposées sans ordre, mais comme dans les *Scleroderma* et *Leucogaster* plus ou moins dirigées vers le centre du fruit, on peut le considérer avec les *Scleroderma, Leucogaster* et *Melanogaster* comme une forme intermédiaire entre les Plectobasidiées et les Hyménobasidiées.

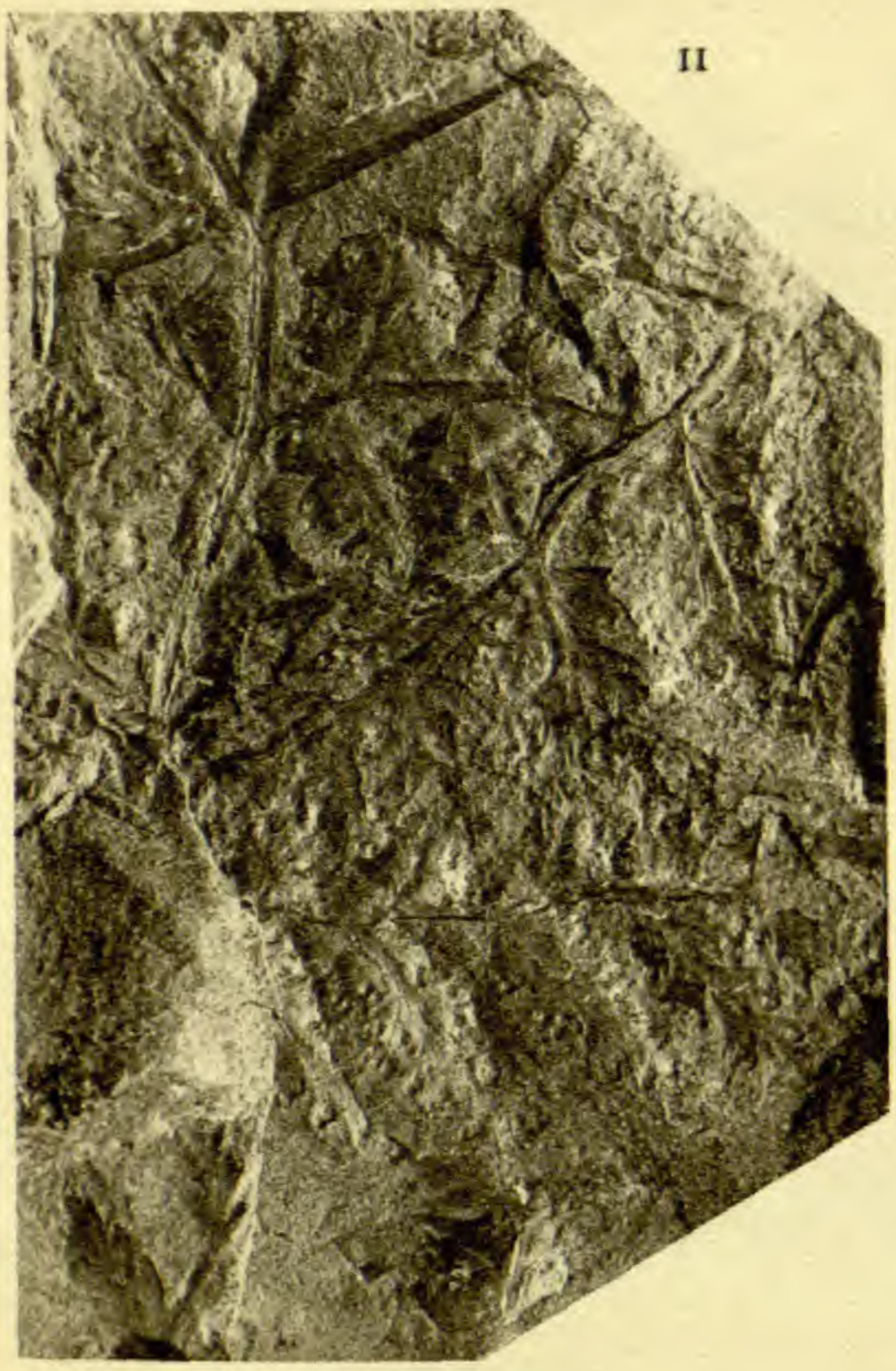
R. DOUIN

Nemours. — Imp. ANDRÉ LESOT. *Le Gérant :* Jacques LESOT.

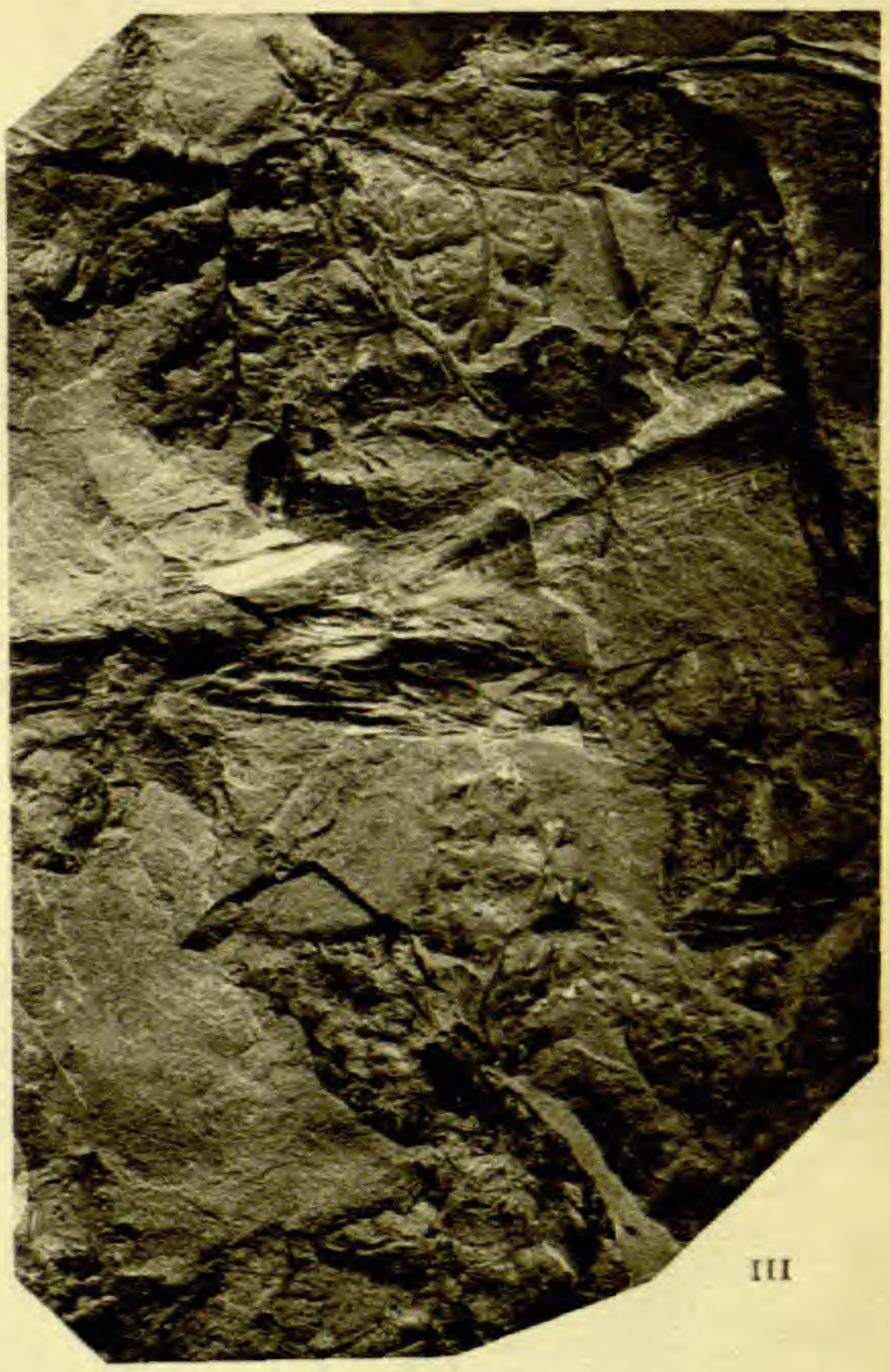


CARPENTIER, phot. LE DELEY, imp.

Sphyropteris

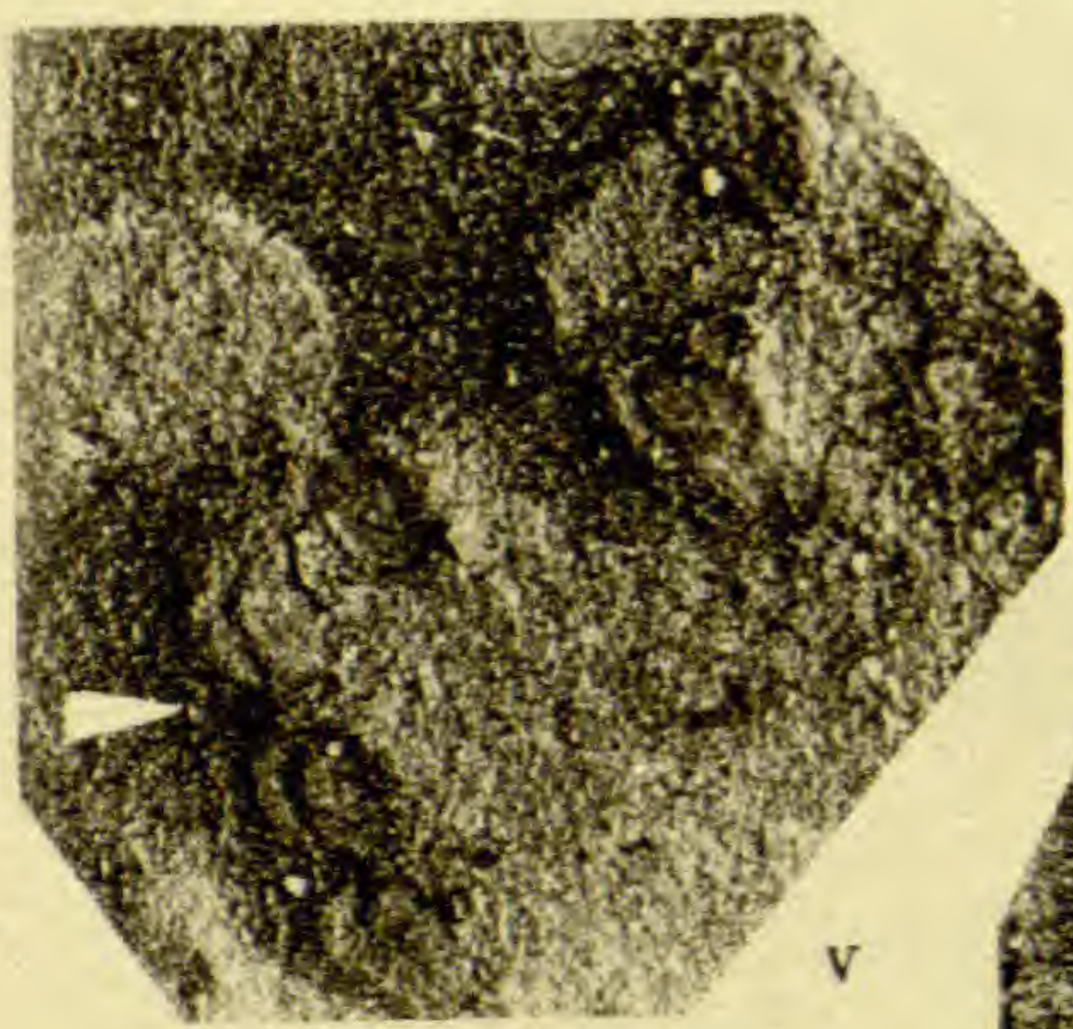


II



III

IV



V

VI

I

CARPENTIER, phot. LE DELEY, imp.

Sphenopteris et Bowveria

CONTRIBUTION A LA PHYSIOLOGIE DE LA NUTRITION DES PARASITES VÉGÉTAUX SUPÉRIEURS

par Théodor NICOLOFF

Les parasites végétaux supérieurs, grâce à leur genre de vie tout spécial et à leurs rapports avec de nombreuses et importantes plantes cultivées ont été l'objet de nombreuses recherches. C'est sur leur structure que s'est portée tout d'abord l'attention des chercheurs, afin de connaître certaines des particularités qui les distinguent de leurs parentes non parasites. Dans cet ordre de travaux il faut comprendre aussi les nombreuses études sur l'embryologie des parasites et la manière dont ceux-ci s'attachent à la plante attaquée. On peut dire d'une manière générale, que les botanistes ont étudié minutieusement l'histoire du développement des plantes parasites et leur mode de nutrition. Nous n'insisterons cependant ni sur les résultats obtenus dans ces domaines, ni sur la très riche bibliographie qui s'y rapporte car toutes ces questions restent en dehors du sujet qu'on s'est proposé ici.

Pour établir à quel point les parasites sont nuisibles à leurs hôtes, il faudrait étudier ce qu'ils absorbent de la nourriture des plantes aux dépens desquelles ils vivent. Les parasites ne vivent pas dans les mêmes conditions que leurs hôtes indépendants ; tandis que les racines de ces derniers se nourrissent d'un sol qui très souvent ne contient pas dans l'optimum la quantité nécessaire d'éléments nutritifs, les parasites puisent leur nourriture toute préparée chez leurs hôtes. Il faudrait établir jusqu'à quel point les suçoirs des parasites possèdent le pouvoir électif des organes d'absorbption de leurs hôtes et si, ayant à leur disposition un milieu beaucoup plus

riche en aliments, ils profitent de ce milieu pour accumuler dans leur corps des quantités beaucoup plus considérables d'éléments nécessaires (N, Ca, P) et ainsi épuisent leur hôtes beaucoup plus que ne le laisserait supposer la masse de leurs corps. Et si cela est vrai, on aura l'explication de bien des cas, dans lesquels on a peine à comprendre qu'un petit parasite puisse à tel point épuiser une plante de dimensions considérables. De pareils résultats eussent été précieux aussi pour l'éclaircissement de la question : quelles sont dans la nourriture de la plante les quantités optima des éléments principaux puisés du sol?

Les travaux sur la physiologie et le chimisme des parasites phanérogames sont moins nombreux que ceux qui ont pour objet leur structure et leur développement. Les études comparées sur les parasites et leurs plantes nourricières sont bien rares et leurs résultats restent isolés.

Pendant ces dernières années on a accordé une plus grande attention à la teneur des parasites supérieurs en nitrates, afin d'éclairer le rôle de la lumière et de la chlorophylle dans l'assimilation des nitrates.

Après les renseignements fragmentaires de Fresenius, Vill, Reinsch et Erdmann, Grandeau et Bouton sont les premiers qui ont fourni des renseignements plus approfondis sur la question qui nous intéresse. Dans un article publié dans les comptes-rendus de l'Académie des Sciences de Paris (1) ils annonçaient les résultats de leurs recherches sur le *Viscum album* et certaines plantes nourricières telles que le peuplier, l'acacia et l'*Abies*. Les recherches avaient été effectuées sur les branches effeuillées des plantes nourricières et celles du *Viscum album*, également sans feuilles.

Le peuplier a 6,56 °/₀ de K_2O, tandis que son parasite *Viscum album* en a 16,09 °/° ; l'acacia en a 2,35. Le *Viscum album* qui croît sur elle, 15,90 °/₀ ; l'*Abies* 8,70 °/₀, le *Viscum album*, 30,79 °/₀. Pour le P_2O_5 nous avons : le peuplier 7,76 °/₀, le *V. album* 26,59 ; l'acacia 2,75, *V. album* 12,02 ; le sapin 7,89, le *V. album* 13,11 °/₀. Pour le Ca O nous avons : le peuplier 66,77 °/₀, *V. album* 32,55 °/₀ ; l'acacia 75,07, *V. album*, 75,39 ; le sapin 67,73 ; *V. album* 27,13 °/₀. Conclu-

(1) Grandeau et Bouton : Etude Chimique du Gui. (*C. R. de l'Académie des Sciences de Paris,* séance du 15 janvier 1887).

sion : 1) la composition des tiges de *V. album* diffère sensiblement de celle des plantes sur lesquelles il vit ; 2) la composition change avec les plantes sur lesquelles il est cueilli ; 3) le *Viscum album* contient beaucoup plus de phosphore et de calcium que les arbres sur lesquels il vit. Au contraire il contient bien moins de calcium que ses hôtes.

Dans un second article (1) les auteurs reviennent sur le *Viscum album* pour étudier la composition des branches des feuilles et des fruits au point de vue des principes directs pour établir l'importance que ce parasite pourrait avoir comme plante de fourrage, étant déjà employé comme telle dans certaines provinces de France. Pour nous, ceci est important, car on nous donne la quantité d'azote contenue par le *V. album*, calculé comme protéine. Chez le parasite, contrairement à ce qui a lieu chez les plantes indépendantes, la composition directe des branches ne diffère pas beaucoup de celle des feuilles. Au point de vue des matières azotées contenues dans le même organe, chez le *Viscum album* cueilli sur différents arbres, on constate des différences fort sensibles (pour les feuilles de 25 °/₀ jusqu'à 13 °/₀, pour la tige et les branches de 20 °/₀ jusqu'à 7 °/₀). Les auteurs en concluent que la composition directe du *Viscum album* explique fort bien l'usage très répandu dans certaines régions de nourrir avec le *Viscum* les animaux domestiques. Ainsi la valeur nutritive du *Viscum album* qui croît sur le chêne peut être comparée à celle des meilleures herbes de fourrage et à celle du trèfle rouge ; les feuilles du *Viscum album* sur le cornouiller et sur le poirier ne sont pas inférieures au bon foin et ses branches pourraient être comparées à la paille des céréales et des légumineuses.

Les travaux de Grandeau et Bouton furent suivis beaucoup plus tard de ceux du prof. Dr Couneler (2) sur les cendres de différentes plantes et leurs parties. Ces recherches portant plutôt sur les plantes non parasites, nous ne les soumettrons pas à un examen d'ensemble. Couneler a étudié le *Viscum album* sur le sapin, ce que les auteurs précités n'avaient pas fait, le sapin étant l'arbre le plus répandu dans les forêts de l'Allemagne. Il a pris des branches de la

(1) Grandeau et Bouton : Etude chimique du gui (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 1877. p. 500).

(2) Dr Couneler : Aschenanalysen verschiedener Pflanzen und Pflanzentheile (*Botanisches Centralblatt*, 1889, pp. 27 et 129).

même grandeur du *V. album* et du sapin. Les branches du sapin ont été analysées sans feuilles ; la tige, les feuilles et les fruits du *V. album* on été étudiés séparément. Les résultats obtenus par Couneler sont les mêmes que ceux de Grandeau et Bouton. Dans la substance sèche du *V. album* il trouve plus de potassium et de phosphore que dans celles des branches saines du sapin. De même les branches attaquées du pin contiennent plus de potassium et de phosphore que les branches saines.

Le professeur Dr von Tubeuf (1) sans donner le résultat de ses propres analyses sur le *V. album* et ses hôtes, soumet à une critique sévère et minutieuse les conclusions de Couneler ainsi que les résultats de Grandeau et Bouton et ceux d'auteurs plus anciens (Reinsch et Erdmann). Voici les principales objections méthodologiques de Tubeuf. L'auteur croit que l'on ne peut pas faire des comparaisons entre les différentes parties du gui et de ses hôtes, si les données sur les matériaux recueillis et l'époque où ils ont été recueillis font défaut.

Ainsi par exemple les feuilles du gui durent 17-19 mois et leur vie individuelle subit des changements intérieurs et extérieurs. Il importe de savoir sur quelles sortes de feuilles ont porté les recherches de Couneler : étaient-ce seulement de vieilles feuilles, et de quel âge, étaient-ce des feuilles jeunes ou bien un mélange des unes et des autres, car leur composition varie suivant l'âge et il existe une différence entre les vieilles et les jeunes : les jeunes sont plus riches en éléments nutritifs. Les investigateurs devraient en analysant les branches nous donner également le rapport entre l'écorce et la moelle qui varie avec l'âge du gui.

Il résulte donc des travaux mentionnés, que les recherches sur la question qui nous occupe ont été faites seulement sur le gui et qu'elles laissent à désirer au point de vue méthodologique. Quelques-unes ont été faites pour des raisons d'ordre pratique ; les auteurs n'ont pas réuni un matériel comparé de gui et de ses hôtes, à cause de la biologie particulière de ce parasite, qui rend fort difficile le problème. Il faut ajouter aussi que le gui a été étudié pour lui-même comme un parasite fort répandu en Europe et que l'on n'a jamais

(1) Dr Tubeuf : Ueber Aschenanalysen von *V. album*, im Anschluss an die Analyse von Professor Dr C. Couneler. (*Botanisches Centralblatt*, 1890, pp. 43 et 78.

tâché de faire ressortir dans ces études les caractères généraux des parasites supérieurs, en considérant le gui comme leur représentant. On ne saurait, en effet, le considérer comme tel, car ces parasites sont très variés d'après leur genre de vie ; certains d'entre eux sont pourvus de chlorophylle et de fonction chrorophyllienne, les autres n'en ont pas.

Dans les pages qui suivent nous nous sommes proposés d'étudier les parasites supérieurs à ce point de vue, ayant sous les yeux les représentants de l'un et l'autre. Pour éviter les difficultés méthodologiques, nous avons étudié le *Loranthus europaeus*, dont les feuilles sont caduques et qui peut par conséquent être comparé à son hôte dépouillé de feuilles, en prenant des branches de *Loranthus* avec feuilles et des branches de l'hôte aussi avec feuilles, ou bien en prenant, au moment où les feuilles ne sont pas encore développées, seulement des branches du parasite et en les comparant avec celles de l'hôte. Mais c'est des analyses du gui que nous nous sommes occupés tout d'abord, surtout dans le but de vérifier les données de Couneler, là où il affirme que les branches envahies du sapin sont plus riches en potassium et en phosphore, que les branches saines. On devrait supposer alors que la présence du parasite agit de telle manière, que son hôte accumule à proximité du parasite des quantités d'éléments nutritifs, ce qui serait une particularité physiologique du gui fort intéressante.

C'est en deux groupes, que nous avons divisé les parasites étudiés : parasites à chlorophylle et parasites sans chlorophylle.

A. LES PARASITES A CHLOROPHYLLE

Viscum album (le gui) sur le pommier

Le gui est fort répandu en Bulgarie. Il existe à profusion dans les régions de Tirnovo, de Provadia etc. Les plantes que nous avons observées proviennent de Provadia. L'agronome qui nous les a fournies, nous avait envoyé aussi les branches du pommier, sur lequel le *Viscum album* avait poussé, mais c'étaient des branches sans feuilles ; aussi nous a-t-il été impossible de faire des analyses sur les feuilles du pommier. Mais nous avons déjà fait remarquer, que par cette expérimentation sur le *Viscum album* et son hôte (dans ce

cas le pommier) nous poursuivons un but spécial et que les plantes prises dans cet état sont complètement suffisantes. Notre but n'a pas été seulement de vérifier l'affirmation de Couneler, que les branches envahies accumulent du potassium et du phosphore en plus grande quantité que les branches intactes ; il nous a paru intéressant de nous poser aussi une autre question. Jusqu'à présent il n'est pas définitivement établi dans quel mesure le gui peut se nourrir lui-même en assimilant le CO^2 de l'air et en préparant ainsi les autres matières organiques. Si le parasite est réduit à sa propre fonction d'assimilation il se nourrit alors surtout des éléments organiques de son hôte, qui sont absorbés par les racines et amenés à l'endroit envahi par les sèves ascendantes. Si au contraire, il doit la plus grande partie de sa nourriture organique à la fonction assimilatrice de son hôte, dans ce cas il reçoit directement une partie de sa nourriture des sèves descendantes de son hôte. Dans le premier comme dans le second cas il est évident qu'au printemps le parasite utilisera les éléments organiques qui montent dans les vaisseaux du xylème, lorsque se mettent en mouvement les réserves de l'été précédent accumulées dans la tige et dans la racine (1).

Dans le cas où le parasite absorbe les nourritures organiques élaborées directement par l'hôte et provenant de lui à l'aide des sèves descendantes, il est possible que l'endroit de la branche au-dessus du parasite ait une composition différente de la partie qui est au-dessous du parasite. Pour vérifier cette hypothèse nous avons pris une partie du pommier au-dessus de l'endroit où le parasite s'est enraciné et une autre au-dessous du même endroit. Nous avons pris en outre une autre branche tout à fait saine. Les branches ont été cueillies dans la région de Provadia au mois de Septembre 1919. Les résultats des analyses du gui et des branches du pommier sont exposés dans le tableau I (*Viscum sur le pommier*).

Dans ce cas, comme pour les autres parasites, on a donné le tant pour cent des différents éléments nutritifs contenus dans les cendres, en même temps que le tant pour cent dans la substance absolument sèche. Le pourcentage dans les cendres prouve leur changement dans la quantité générale des cendres, mais pour comprendre le

(1) Cf. Pischer : Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse (*Jahrbuch für wissenschaft Botanik* Bd. XXII).

changement qu'ils subissent dans le corps végétal en général, il faut avoir cette proportion dans la substance absolument sèche. Etant donné que le pourcentage des cendres dans la matière absolument sèche varie avec la plante et les conditions dans lesquelles a vécu la partie végétale étudiée, les chiffres qui fournissent le tant pour cent

TABLEAU I

Viscum sur le Pommier

	NOM DE LA PLANTE	DANS 1000 P. DE SUBSTANCE ABSOLUMENT SÈCHE IL Y A						DANS 100 P. DE CENDRES IL Y A			
		Cendres	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
1.	*Viscum album* ...	61.42	26.43	8.92	22.09	6.68	3.17	14.53	36.0	10.88	5.16
2.	Branches de pommier prises immédiatement sous le parasite.	19.13	3.50	1.43	2.12	8.39	1.01	7.5	11.1	43.9	5.3
3.	Branches de pommier immédiatement au-dessus du parasite.....	27.90	3.50	1.52	2.33	13.56	1.06	3 65	8.4	78.6	3.8
4	Branches de pommier attaquées par le parasite.	44.37	4.68	1.35	2.96	23.08	1.28	3.06	6.7	52.1	2.9

d'un certain élément dans les cendres et la substance absolument sèche, ne sont pas parallèles.

Le premier groupe vertical du tableau montre que dans la même quantité de substance sèche chez le parasite et la plante envahie, les cendres diffèrent au point de vue quantitatif; chez le parasite elles sont en plus grande quantité. Il n'y a là rien de surprenant, le parasite étant cueilli avec des feuilles, tandis que du pommier on a étudié seulement les branches ; or on sait que les feuilles contiennent beaucoup plus de cendres que les branches. Une autre particularité qui est importante aussi et qui semble avoir échappé aux observateurs, c'est que les cendres des branches prises tout près de l'endroit

où s'est enraciné le parasite, sont sensiblement moins considérables que chez les branches intactes ; ceci est sans doute en rapport avec l'absorbtion par le parasite d'une quantité considérable de cendres, ce qu'on constate aussi dans l'accroissement du pourcentage des éléments minéraux. Ce décroissement des cendres dans les matières sèches à l'endroit envahi de la plante, par comparaison de l'endroit intact, a été constaté aussi chez les autres parasites : *Loranthus* et *Orobanche*.

Si nous calculons en protéine l'azote dans notre gui de la région de Provadia, il sera dans nos analyses d'une quantité plus considérable que dans les analyses de Grandeau et Bouton, par conséquent notre parasite conviendrait beaucoup mieux comme fourrage, que le gui français. Il nous semble cependant qu'en présence des préjudices causés par le gui aux plantes forestières et fruitières, il ne faut pas songer à l'employer à cet usage. Il faut au contraire entreprendre une lutte énergique contre ce parasite ; plus il contient d'azote, plus il est nuisible. Les branches prises au point où le parasite s'implante, sont sensiblement plus pauvres en azote que les branches saines. Par conséquent, le parasite épuise l'endroit envahi non seulement en cendres mais aussi en azote. Les branches saines sont de 1,38 °/₀₀ plus riches en azote que les branches envahies. Au surplus, on trouve la même quantité d'azote au-dessus et au-dessous du point d'enracinement du parasite.

On trouve aussi une plus grande quantité de phosphore dans le parasite que dans l'hôte. Dans la substance absolument sèche il y en a six fois plus dans le parasite, et dans les cendres deux à quatre fois plus. Pris immédiatement au-dessous du parasite, l'hôte, dans sa substance absolument sèche, est plus riche en phosphore qu'immédiatement au-dessus du parasite. Cette différence dans la quantité de P_2O_5 devient plus sensible, lorsque nous comparons la quantité de P_2O_5 avec la quantité générale des cendres. Dans la substance sèche la proportion de P_2O_5 est presque la même que dans les branches saines et non envahies ; dans les cendres en raison de la quantité moindre de celle-ci dans les branches attaquées, le P_2O_5 est en plus grande quantité dans les branches envahies, que dans les branches non envahies. En tout cas ces résultats ne sont pas concordants avec ceux de Couneler.

(à suivre).

RECHERCHES

SUR

LE GAMETOPHYTE DES MARCHANTIÉES

par Ch. DOUIN

III. — LE THALLE STÉRILE DES MARCHANTIÉES DÉVELOPPEMENT BASILAIRE DES FEUILLES ET AUTRES ORGANES LATÉRAUX CHEZ LES MUSCINÉES

(Suite)

d) *Développement du thalle stérile*

Le développement du thalle stérile se fait suivant 3 degrés bien différents selon les circonstances extérieures. 1° un développement excessivement réduit qui donne un thalle très étroit formé par une nervure fort rétrécie avec des ailes rudimentaires et des écailles réduites à leurs languettes : c'est ce que l'on voit au début des pousses médio-ventrales, dans leur partie cachée sous le thalle, et aussi dans les thalles qui ont beaucoup souffert de la sécheresse ; dans ces divers cas, les formations secondaires restent très réduites aussi bien dans les cellules primaires de la première série de segmentation que dans celles de la seconde ; 2° un développement moyen, à peu près normal, avec ses 4 séries de mérophytes peu réduits, sauf les latéraux qui restent peu développés : tels sont les thalles des *Reboulia*, *Preissia*, etc., avant la formation des 2 bandes vertes latérales ; 3° dans les circonstances les plus favorables, un développement plus ou moins luxuriant où le thalle atteint son maximum de largeur.

Réciproquement, si les circonstances très favorables deviennent moins bonnes, le phénomène inverse se produit ; le thalle se réduit plus ou moins suivant les conditions extérieures : les

mérophytes médians seuls se développent assez bien ; les mérophytes latéraux restent rudimentaires, se contentant d'enfermer et de protéger les initiales qui leur ont donné naissance ; enfin si les conditions externes deviennent franche-

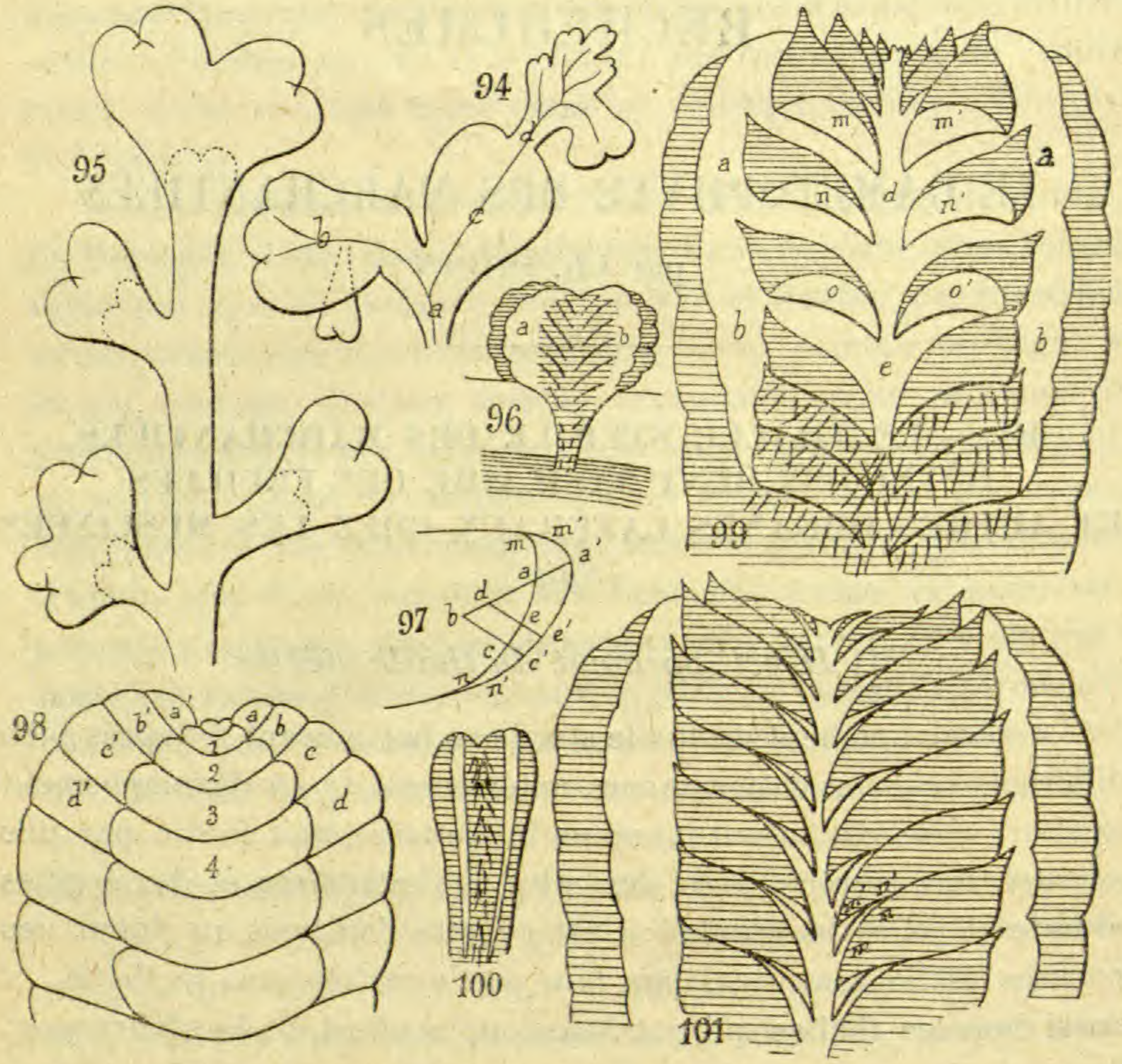


Fig. 94 à 101. — Formation du thalle stérile.

ment mauvaises, le thalle peut encore se réduire davantage, comme dans le premier degré signalé plus haut, quand toutefois il ne cesse pas complètement de s'allonger. Je n'ai pas besoin d'ajouter qu'il y a des intermédiaires entre ces 3 états.

Sur certains thalles, on peut voir ces divers états réunis, traduisant ainsi, aux yeux de l'observateur, les diverses conditions extérieures sous l'influence desquelles ils se sont développés : tel était, par exemple, le thalle du *Reboulia* de Vérone (Italie) dans une culture abandonnée au dehors (fig. 94). En *a*, le thalle très étroit est presque réduit à sa nervure ; il s'est bifurqué : la branche *b*, qui a

donné une pousse médio-ventrale, s'est bifurquée à son tour pour s'arrêter complètement sous l'influence de la sécheresse ; la branche *c*, au contraire, s'est brusquement contractée en une partie *d* étroite comme *a* ; plus tard, avec la venue de conditions meilleures, elle s'est bifurquée et a donné 2 branches d'un développement à peine moyen.

Le thalle du *Fegatella*, dans une culture abandonnée, montrait, le 18 sept. 1920, un thalle ramifié et fortement rétréci qu'indique le pointillé (fig. 95) ; depuis lors, la plante, copieusement arrosée, a développé ses ailes, et le thalle est devenu 2 fois plus large, comme le montrent les extrémités des ramifications au delà du pointillé. On voit que les parties nouvellement formées se sont à peu près seules élargies ; les parties anciennes sont restées dans leur état primitif ; mais, entre ces 2 régions différentes se voit une partie intermédiaire servant de trait d'union. Le thalle, dans cette partie, aurait montré les 2 bandes vertes dont j'ai parlé plus haut, si la couleur uniformément verte du dessous n'avait empêché de faire cette distinction.

Enfin, la fig. 96 montre une pousse ventrale du *Reboulia* à son premier état de développement et passant presque brusquement au troisième, comme le montrent les 2 bandes vertes des ailes *a* et *b*.

e) *Progression du thalle en avant*

J'avais souvent remarqué que *les thalles stériles végètent leur extrémité relevée ;* et ce fait m'avait frappé. Tout d'abord, cela explique pourquoi cette partie du thalle est, par suite de l'accès de la lumière dans beaucoup de genres, d'un rouge-noirâtre ; de plus, cette partie n'est jamais fixée au sol par des poils absorbants, particularité qui a aussi sa raison d'être. Dans cette région, les mérophytes n'ont que des poils absorbants nuls ou peu allongés. Ces derniers organes ne pénètrent dans le sol que sous les mérophytes complètement développés. Ces derniers mérophytes se trouvent désormais fixés au sol et *ne peuvent plus changer de place ;* seule, l'extrémité relevée du thalle sera reportée en avant comme je vais le démontrer.

Action de l'initiale terminale. — La fig. 97 montre que chaque segment qui se détache de l'initiale en dessus ou en dessous a pour résultat de réduire sa longueur ; mais, on sait qu'après chaque segmentation, l'initiale reprend ses dimensions primitives. *Comme*

le thalle est fixé par sa base, cet allongement ne peut se faire qu'en avant. Par solidarité, les cellules voisines sont obligées de suivre le mouvement dicté par l'initiale et de grandir aussi, de sorte que l'extrémité du thalle *m n* (en coupe longitudinale) passe en *m' n'*, pendant que l'initiale qui occupait la position *a b c* est reportée en *a d e'*. Le résultat final, après chaque segmentation ventrale ou dorsale, est donc *une progression du thalle en avant*. On démontrerait de la même façon que chaque segmentation latérale de l'initiale produit le même résultat et, en plus, l'élargissement du thalle de chaque côté de cette initiale ; et comme conséquence directe, les mérophytes voisins sont repoussés latéralement.

Accroissement des mérophytes. — Au fur et à mesure que se forment les initiales secondaires, de nouveaux mérophytes viennent à la lumière du jour et grandissent ; et, par solidarité, puisque tout l'ensemble est intimement soudé, tous les mérophytes voisins, sous peine de rupture des tissus, sont obligés de s'associer au mouvement d'accroissement *dicté par l'initiale terminale* à son voisinage : c'est ainsi que le mérophyte *1* (fig. 98) atteint la grandeur du mérophyte *2*, que *2* atteint la grandeur de *3*, etc. De même pour les mérophytes latéraux, le mérophyte *a* atteint les dimensions du mérophyte *b* ; *b* atteint celles de *c*, etc. Cet accroissement se continue dans les mérophytes suivants, jusqu'à ce qu'on arrive aux mérophytes dont la croissance est finie et qui sont fixés par leurs poils absorbants. L'ensemble de tous ces mérophytes grandissants, s'appuyant sur les mérophytes fixés au sol, amène donc encore *une propulsion du thalle en avant* Ce qui précède montre bien que l'initiale terminale commande à tout l'ensemble, tel un chef à des subordonnés qui obéissent docilement. On comprend, en effet, que si elle vient à cesser de fonctionner, par mort ou autrement, la multiplication secondaire, dans les mérophytes voisins, ne continuera pas longtemps ; ces mérophytes, ne grandissant plus, se fixeront au sol en allongeant leurs poils absorbants ; mais, leurs dimensions resteront beaucoup plus petites que si l'initiale eût continué son fonctionnement.

Action locale des initiales secondaires. — Dans les 2 cas précédents, on a vu le mouvement d'ensemble qui produit l'élongation et l'élargissement du thalle ; dans celui-ci, on va voir comment les

initiales secondaires agissent dans certaines régions du thalle. La fig. 99 du *P. rupestre* est on ne peut plus significative. On y voit 2 larges bandes vertes latérales *ab*, *ab*, en dehors de l'extrémité des écailles ; et, en plus, une bande médiane *d e* également verte qui s'étend aussi à droite et à gauche entre les insertions des écailles. Ainsi, on voit 3 bandes qui, par leur couleur verte, tranchent fortement sur le reste du dessous du thalle d'un rouge-foncé-noirâtre et représenté par des hachures sur la figure ; la base des écailles *m n o*, *m' n' o'*, qui cache le tissu vert, n'est pas verte ; elle est blanchâtre, parce que cette partie était primitivement cachée par l'écaille située au-dessous.

Que nous enseigne cette figure ? — Elle nous apprend que toutes ces parties vertes n'ont pas toujours existé (je l'ai prouvé précédemment), attendu que le dessous du thalle a été partout d'un rouge-noirâtre uniforme ; elle nous dit que ces bandes vertes sont des tissus nouveaux dus à l'action des initiales secondaires latérales et médio-ventrales car, il ne faut pas l'oublier, la production de tissus nouveaux est toujours causée par des initiales. Les fig. 88, 96, 99, 100 et 101 montrent que ces nouvelles formations peuvent s'étendre fort loin vers la base du thalle, jusqu'aux mérophytes fixés au sol pour les initiales médianes, et souvent plus loin pour les latérales (fig. 99 et 100). Cependant, cette action postérieure ne se produit pas si les tissus sont trop âgés, comme le montre la fig. 95. Pour les parties latérales, il n'y a aucun obstacle à cette formation secondaire puisque les ailes sont généralement libres d'un bout à l'autre, n'étant pas fixées au sol. On voit aussi que l'action des initiales médianes est particulièrement active dans leur voisinage, c'est-à-dire suivant la ligne médiane et longitudinale (fig. 99) où les écailles sont plus écartées ; par solidarité, les cellules voisines, à droite et à gauche, sont obligées de participer au mouvement et de se multiplier. Il résulte de là que cette partie médiane et longitudinale se trouve reportée en avant, ce qui a pour conséquence de rendre les insertions des écailles presque transversales et aussi d'allonger le thalle en avant.

Comme on vient de le voir, cette multiplication secondaire des cellules est fort variable (comparez les fig. indiquées plus haut) ; c'est le régulateur de l'agrandissement du thalle subordonné aux conditions externes.

Pour terminer, je dirai un mot des autres figures signalées ; elles ont chacune leur caractère spécial : la fig. 88 du *Clevea* montre seulement les 2 bandes vertes latérales ; dans la fig. 100 du *Reboulia*, on voit les 2 bandes vertes s'étendre presque d'un bout à l'autre du thalle stérile ; enfin, dans la fig. 101 du *P. rupestre*, l'action des initiales médianes est cantonnée presque exclusivement sur cette partie médiane, comme l'indique la coloration foncée des écailles voisines : on devine ainsi que les bords *m n* et *m' n'* de 2 écailles successives étaient d'abord superposés.

Ainsi, sur des thalles déjà à peu près normalement développés, dans le cas de circonstances extérieures plus favorables, *une nouvelle activité cellulaire se manifeste dans certaines régions du thalle stérile* : 1° *sous le thalle, dans sa partie médiane et longitudinale ;* 2° *suivant 2 bandes vertes, latérales et symétriques, situées dans le voisinage immédiat de l'extrémité externe des écailles ventrales ;* et 3° *par solidarité, il doit se produire à la partie supérieure du thalle, dans les régions correspondantes* à celles du dessous (dans les 2 parties indiquées 1° et 2°) *une activité cellulaire semblable :* c'est la raison pour laquelle les chambres aérifères se trouvent généralement allongées dans ces régions, comme je l'ai indiqué ailleurs.

Comme conclusion, je crois pouvoir affirmer que les multiplications secondaires tardives précédemment indiquées sont le fait des initiales secondaires dont l'existence se trouve ainsi confirmée indirectement ; elles ont pour résultat : 1° *d'allonger le thalle* en avant ; 2° *de l'élargir* latéralement ; 3° *de rendre à peu près transversaux les mérophytes latéraux ainsi que les écailles ventrales et les mérophytes médians*, ces organes étant d'abord obliques ou en V ; 4° d'écarter l'une de l'autre les écailles ventrales successives, de façon à *permettre aux poils absorbants de naître dans les intervalles qui les séparent.*

Le thalle stérile se compose ainsi de 2 parties : *une partie fixée au sol* qui augmenterait de plus en plus si elle ne se détruisait pas peu à peu à la base ; et 2° *une partie marchante* qui, toutes conditions égales, reste à peu près de même longueur tout *en changeant continuellement de place et de composition* (mérophytes différents) avec l'accroissement du thalle.

L'allongement du thalle en avant est déterminé, d'une part, par l'action de l'initiale terminale ; et, d'autre part, par l'agrandissement

des mérophytes voisins, sous l'influence de cette même initiale qui commande et des initiales secondaires qui exécutent ; de sorte que *le thalle*, au lieu de s'accroître exclusivement et d'une façon continue à son extrémité, *s'agrandit par un ensemble de régions distinctes (mérophytes) qui grandissent solidairement jusqu'à leur état définitif.*

En outre, on remarquera que l'extrémité du thalle est relevé pour la préserver des heurts qui ne manqueraient pas de se produire dans le mouvement continu du thalle en avant. Les écailles ventrales jouent le même rôle ; mais elles ont pour but de protéger les jeunes poils absorbants qui naissent à leur base. Ces écailles, — je parle des écailles ventrales normales, — se composent de 2 parties : une partie large (écaille proprement dite) que surmontent généralement une ou 2 parties saillantes plus étroites (languettes, appendices).

La languette naît la première et protège l'initiale terminale en se rabattant dessus ; l'écaille proprement dite l'alimente au moyen de ses cellules aquifères spéciales (fig. 92 et 92 bis) qui viennent successivement déposer leur contenu sur elle ; mais la véritable fonction de l'écaille est surtout de protéger les poils absorbants. Ce qui le prouve, c'est que les thalles, qui en possèdent *sous les ailes* comme ceux du *M. polymorpha*, ont aussi, dans ces régions, des écailles pour les protéger ; mais celles-ci sont dépourvues de languette puisqu'elles n'ont pas d'initiale à protéger comme les écailles ventrales normales; et, fait remarquable, les poils absorbants de ces ailes, qui s'en vont vers la partie médiane du thalle avant de regagner le sol, sont toujours perpendiculaires aux insertions des écailles latérales; de sorte que, finalement, les écailles latérales ont leurs insertions dirigées longitudinalement. Cette disposition permet aussi, lorsque les formations secondaires tardives du thalle viennent à produire les 2 bandes vertes latérales, de pouvoir le faire sans le moindre inconvénient pour la plante.

Au sommet, il y a une initiale principale qui, par sa persistance quasi-indéfinie, imprime *une direction unique et continue* à tout l'ensemble, à toutes les initiales secondaires qui en sont issues. Chaque initiale secondaire commande dans son mérophyte, mais toutes sont solidaires ; et la carence de l'une d'elles est immédiatement suppléée par ses voisines immédiates. Enfin, les cellules primaires elles-

mêmes, issues des initiales secondaires, possèdent aussi une certaine autonomie, puisque les multiplications secondaires (ou développement intercalaire) se font à l'intérieur de chacune d'elles.

Les initiales secondaires sont sous la dépendance étroite du thalle stérile auxquelles elles sont rivées, même lorsqu'elles sont différenciées en cellules ♀ (1); leurs productions ne peuvent s'en émanciper que dans des cas bien déterminés et toujours en dehors du thalle stérile : 1° quand l'initiale vient à s'arrêter dans son fonctionnement, l'initiale secondaire inférieure la plus voisine, c'est-à-dire son plus proche parent, la remplace aussitôt, et le danger est de suite conjuré (pousses subapicales et subflorales); 2° quand il s'agit d'établir une colonie plus ou moins loin (pousses ventrales); 3° pour assurer la persistance de l'espèce (appareils ♂ et ♀ pédonculés); et 4° dans les cas désespérés (thalles morts), les initiales secondaires, bien cachées par les autres cellules, qui se sont sacrifiées pour elles, se conservent vivantes 1 an, 2 ans, 3 ans et plus, et attendent patiemment que des circonstances meilleures leur permettent de renouveler le thalle dont elles sont issues (2).

C. Développement basilaire des organes latéraux des tiges et des thalles chez les Muscinées.

On a vu précédemment qu'un organe à développement terminal était dû aux segmentations d'une initiale unique ; il n'en est plus de même avec le développement basilaire. Dans ce cas, *un organe de forme bien définie peut être formé par les segmentations de plusieurs initiales dès sa naissance ; mais ces initiales appartiennent toutes à la même série des segmentations d'une initiale terminale.* En voie de développement, l'organe est toujours formé par plusieurs initiales se segmentant solidairement, sauf les rares exceptions déjà signalées.

Je vais étendre cette partie de mon travail à toutes les Muscinées, espérant jeter un peu de lumière sur une question fort controversée.

(1) Douin Ch. : Les ens. des anom., loc. cit., p. 273.

(2) Douin Ch. : Régénération du thalle, loc. cit.

Il s'agit de savoir si le développement des organes latéraux (feuilles, écailles, involucres, etc.) chez les Muscinées, est terminal ou basilaire ; je vais d'abord indiquer rapidement l'état de la question à propos des feuilles dont personne n'a jamais expliqué la disposition si régulière.

a) *Historique.*

Le développement de la feuille des Mousses a fait l'objet de nombreux travaux dont je vais donner un résumé succinct d'après J. Pottier (1) : « De 1845 à 1855, une vive polémique s'engagea entre Schleiden et Nägeli sur la question de savoir si la feuille des Mousses présentait une croissance apicale ou basilaire. Schleiden soutint que la pointe de la feuille est toujours la plus âgée et que cet organe serait en quelque sorte comme poussé *(hervorgeschoben)* hors de la tige. Nägeli, au contraire, expliqua la formation de *toute* la feuille par le moyen du fonctionnement d'une seule initiale à 2 pans placée à la pointe de l'organe. Gœbel, en 1915, dans son Organographie (2), exprima l'idée déjà émise par Hofmeister (en 1851) que la feuille des Mousses possède d'abord une croissance due à une initiale (terminale), puis qu'à celle-ci succède une croissance intercalaire ».

A propos des Sphaignes, Schimper (3) tout en parlant des « ingénieuses recherches » de Nägeli à qui « nous devons la connaissance de l'admirable évolution mathématique des feuilles des Mousses en général et de celles des Sphaignes en particulier » a émis l'opinion suivante qui ne s'accorde cependant pas avec celle qu'il vante chez Nägeli : « Nulle part mieux que dans les Sphaignes on peut voir que la multiplication des cellules continue encore longtemps *vers* la base, quand elle a cessé au sommet et *à la* base même. Les cellules apicales et basilaires sont les plus anciennes ; elles sont le résultat immédiat de la première cellule génératrice » ? La distinction entre les multiplications primaire et secondaire explique parfaitement cette observation de Schimper : les cellules du sommet

(1) Pottier J. : Recherches sur le développement de la feuille des Mousses, p. 125 et 126, 1920.

(2) Gœbel K. : Organographie der Pflanzen, p. 126, 1915, d'après Pottier.

(3) Schimper W. Ph. : Mémoire pour servir à l'histoire naturelle des Sphaignes (*Sphagnum* L.), 1857, p. 9, 33 et 34.

et de la base sont des cellules primaires ; ailleurs, les cellules primaires ont disparu avec la multiplication secondaire.

La feuille des Hépatiques, d'après Kuhn (1) et Gœbel, aurait un développement semblable, mais plus simple, son initiale ne se segmentant qu'à la base.

Depuis lors, la question est restée pendante. Pour être exact, je dois avouer que la plupart des auteurs se sont ralliés à l'idée de Hofmeister et de Gœbel, mais sans en donner aucun argument décisif et sans préciser en quoi consiste le développement intercalaire ; par suite, l'idée de Schleiden me semble complètement abandonnée ; et même, tout récemment, Müller (2) a étendu ce développement par une initiale terminale à des productions spéciales, comme la trappe du *Pleurozia purpurea*, pour lesquelles il figure les traits de force indiquant les segments détachés à droite et à gauche de l'initiale. Cependant, en 1916, j'ai écrit (3) que la feuille des Céphaloziellacées avait un développement basilaire suivi d'un développement intercalaire toujours très réduit ; j'ai même employé, sans la connaître, l'expression de Schleiden, en disant que la feuille était pour ainsi dire *sortie de la tige* ; et, bien entendu, s'il en est ainsi pour la feuille des *Cephaloziella*, il en sera de même pour les feuilles de toutes les Hépatiques et de toutes les Mousses.

Je pose en principe que toutes les feuilles des Muscinées, qu'elles soient simples ou lobées, se développent de la même façon ; autrement, on arriverait à ce résultat contradictoire que dans une même espèce possédant à la fois des feuilles simples et des feuilles lobées (*Odontoschisma Sphagni*, *Calypogeia trichomanis*, *Hypnum splendens*, etc.), les unes se développeraient d'une façon, pendant que les autres auraient un développement différent, ce qui est inadmissible. Je pose également en principe que tous les organes réellement semblables (périanthe des Hépatiques à feuilles et des Marchantiées, involucres du *Lunularia*) ont aussi un même développement.

Pour moi, dans tous ces organes (feuilles, périanthes, involucres, etc.), il y a bien des initiales, mais ce sont *des initiales basilaires* dont je vais indiquer les caractères et le fonctionnement.

(1) Kuhn E. : Zur Entwickelungsgeschichte der Andreæceen (1870), d'après Pottier.

(2) Müller K., loc. cit. II, p. 529, fig. 152, *g*.

(3) Douin Ch. : Les Variations du Gamétophyte, loc. cit., p. 330.

b) *Initiales basilaires.*

De même que les initiales secondaires proviennent de l'initiale terminale, de même les initiales basilaires sont issues des initiales secondaires. Tantôt, ce sont les cellules primaires issues de la première série des segmentations des initiales basilaires qui deviennent initiales basilaires (corbeille à propagules du *Marchantia*, involucre du *Reboulia*, périanthes); tantôt, ce sont les cellules externes et périphériques des mérophytes qui se différencient en initiales basilaires (écailles dorsales des mérophytes et des thalles différenciés); et, tantôt enfin, ce sont toutes les cellules superficielles des mérophytes qui peuvent devenir initiales basilaires (chambres aérifères et poils chlorophylleux inclus des Marchantiées, feuilles accessoires de certaines Mousses, propagules).

Le fonctionnement de ces initiales est fort simple; *elles font saillie hors du thalle ou de la tige, et la plus grande partie de la saillie se sépare du reste de la cellule par une cloison transversale.* La partie basilaire qui reste, c'est-à-dire l'initiale, continue à faire saillie au dehors, et la plus grande partie de la saillie s'isole par une nouvelle cloison transversale; etc. On voit ainsi que *les initiales basilaires ne se segmentent que sur une seule face*, ce qui les distingue des 2 autres sortes (voy. précédemment les parties A et B). Ici, chaque série de segmentation n'est formée que d'une seule cellule, mais le nombre en est généralement très élevé. Par suite de ce mode de développement, les cellules formées sont repoussées de plus en plus loin, de façon que les tissus les plus âgés sont aussi les plus éloignés du thalle ou de la tige; il ne s'agit ici, bien entendu, que des cellules primaires issues des initiales. De plus, comme les autres initiales, elles se divisent par bipartitions successives en 2 cellules égales qui sont des initiales basilaires comme celles dont elles sont issues, ce qui augmente le nombre des initiales; enfin, *ces initiales basilaires sont toujours plus ou moins nombreuses et soudées entre elles*; *et alors elles fonctionnent solidairement, c'est-à-dire en restant soudées, ce qui donne des productions également soudées.*

Ainsi, le développement basilaire se fait uniquement à la surface du thalle ou de la tige. Ceci exposé, je vais montrer l'impossibilité d'une initiale terminale pour les feuilles et autres organes latéraux de la tige ou du thalle chez les Muscinées et terminer par une preuve directe du développement basilaire.

c) *La feuille a-t-elle une initiale terminale ?*

Tous les auteurs actuels, comme je l'ai dit, sont d'accord pour admettre que la feuille des Mousses possède une initiale terminale ; et même, d'après Pottier (1), Kuhn a signalé, au sujet du fonctionnement de l'initiale des feuilles, « *un fait unique dans le règne végétal* : c'est que l'on peut rencontrer, non seulement dans une même espèce, mais chez un même individu, et, ce qu'il y a de plus inattendu, dans une même feuille, tantôt une initiale à un pan, tantôt une initiale à 2 pans ». Pottier (2) dit avoir vérifié le fait et l'a figuré chez l'*Andreæa angustata*. Déclarer qu'une erreur d'interprétation est un fait unique dans le règne végétal me semble plutôt exagéré, attendu que c'est, au contraire, une chose relativement commune chez tous les auteurs.

Je vais montrer maintenant l'étrangeté d'une initiale terminale au sommet de la feuille des Muscinées ; et, à l'aide de divers exemples, je conclurai à l'impossibilité d'une telle hypothèse.

Tout d'abord, il me semble absolument invraisemblable d'admettre une initiale au sommet d'un organe *aigu et mince* (une seule épaisseur de cellules souvent), par suite *sans protection* et *surtout sans alimentation*. Ce n'est pas dans les habitudes de la Nature (voy. précédemment : Initiale terminale). L'initiale terminale de la feuille des Muscinées, si elle existait, ne pourrait s'alimenter que par l'intermédiaire de ses cellules-filles *dernières-nées* ; ce qui serait bien extraordinaire. Ce n'est pas tout, l'alimentation de l'initiale deviendrait de plus en plus difficile en raison de son éloignement continu de la tige. Pottier donne bien des dessins avec traits de force représentant les divers segments détachés de l'initiale ; malheureusement, ils ne signifient rien. En effet, ce résultat tout hypothétique ne peut être obtenu que *sur certaines feuilles convenablement choisies, et dans leur partie supérieure seulement* ; c'est sans doute la raison pour laquelle les auteurs disent que l'initiale ne subit qu'un petit nombre de segmentations, ou, comme le dit Jongmans (3) qu'elle n'a parfois qu'une existence éphémère.

Gœbel (4) déclare que la feuille du *Buxbaumia* n'a pas d'initiale :

(1) Pottier J. : loc. cit., p. 62.
(2) Pottier J. : loc. cit., p. 63 et fig. 137 à 139.
(3) Pottier J. : loc. cit., p. 126.
(4) Gœbel K. : loc. cit., Zweiter Teil, p. 349.

« *Buxbaumia* zeigt keine Scheitelzelle in Blättern » ; alors comment se forme-t-elle ? Ce seul fait aurait dû suffire pour déclarer inadmissible l'hypothèse d'une cellule initiale terminale chez la feuille des Mousses.

D'après Pottier (1), l'initiale de la feuille du *Mnium punctatum* disparaît de très bonne heure et devient impossible à retrouver dans les stades encore très jeunes ; il n'y a là qu'une affirmation qui prouve plutot l'absence d'initiale. A propos de la même feuille, l'auteur ajoute (2) : « J'ai enfin trouvé une cellule initiale sous la forme d'un triangle équilatéral... dont la fig. 196 montre la pointe ». Inutile de dire que les traits de force faits au petit bonheur pour montrer les segments successifs détachés de cette initiale supposée ne prouvent absolument rien en faveur de son existence.

Dans une feuille pilifère (*Barbula ruralis* par exemple), où est l'initiale ? Est-ce le début du poil ? — Les auteurs embarrassés passent le fait sous silence.

Enfin, Pottier (2) a fait la constatation suivante : « La grande majorité des Mousses possède en effet des feuilles terminées par une pointe fine qui se différencie rapidement, épaissit ses parois cellulaires et se dessèche, tandis que *la base foliaire*, protégée par les bases des autres feuilles, *continue souvent son développement pendant longtemps* ». La seule conclusion logique à tirer de ce fait est que le développement de la feuille n'a rien à voir avec l'hypothèse d'une initiale terminale, puisque la feuille continue à s'allonger *par sa base*, bien que le sommet de la feuille soit mort depuis longtemps avec l'initiale supposée qui le terminait.

Mais, dira-t-on, pourquoi la feuille ou chaque partie de feuille (lobe) se termine-t-elle par une seule cellule apicale ? — Ce n'est pas général ; et, assez souvent, il y en a plusieurs comme j'en donnerai des exemples. *Le développement basilaire explique les 2 cas avec la même facilité*, tandis qu'une initiale terminale ne peut expliquer un sommet obtus ou arrondi qu'à l'aide d'hypothèses *non justifiées*.

Pourquoi la feuille est-elle souvent formée de 2 moitiés à peu près semblables ? — C'est la conséquence *obligée* du développement basilaire, comme on le verra plus loin.

(A suivre)

(1) Pottier J. : loc. cit., p. 87 et 128.
(2) Pottier J. : loc. cit., p. 86.

L'ATHERMANÉITE
DES ESSENCES VÉGÉTALES
ET LA TRANSPIRATION

par M. E. C. TÉODORESCO

(Suite et fin)

Expérience N° 13. Robinia pseud-Acacia
Tracés de la fig. 18

Je me servis de deux petits arbres de deux ans, qui s'étaient développés dès la graine dans leurs pots ; chaque plante était garnie d'à peu près 20 feuilles. La terre a été arrosée de la même manière que dans l'expérience précédente et les pesées effectuées au bout de chaque heure, depuis huit heures du matin jusqu'à cinq heures du soir ; pendant la nuit les plantes ont séjourné dans le jardin, en plein air.

Voulant être bref, je ne reproduis dans le tableau ci-dessous que les résultats obtenus dans l'intervalle de 13 à 17 heures.

Cette expérience montrerait donc que dans un espace incomplètement clos, les vapeurs d'essence de Lavande abaisseraient un peu l'intensité de la transpiration du *Robinia pseud-Acacia*. En effet, tandis que le 15 Août (les deux plantes étant dans une atmosphère dénuée d'essence) le quotient du rapport $\frac{A}{B}$ n'était que 1,14, le lendemain, le 16 Août, lorsque la plante B était entourée d'une atmosphère chargée d'essence de Lavande, le quotient a un peu augmenté (1,42).

Cependant voici une autre expérience faite avec la même espèce de plante et sur *les mêmes individus* que ceux de l'expérience n° 13,

dont les résultats montrent qu'il n'y a presque pas de différence notable entre les transpirations de la plante qui a été placée dans l'air normal et de la plante qui a séjourné dans une atmosphère contenant des vapeurs d'essence de Lavande.

DATE	HEURES	TEMPÉRATURE	EAU DÉGAGÉE PAR HEURE PAR LA PLANTE TÉMOIN A Grammes	EAU DÉGAGÉE PAR HEURE PAR LA PLANTE B Grammes	QUOTIENT DU RAPPORT A/B	OBSERVATIONS
15 Août	13-14	30°5	8,980	8,250		I. Les deux plantes sans essence.
	14-15	29°5	10,440	9,730		
	15-16	29°5	11,082	8,852		
	16-17	27°	6,200	4,838		
			36,702	**31,970**	1,14	
16 Août	13-14	30°	9,575	8,950		II. Vapeurs d'essence de Lavande dans la serre B.
	14-15	30°	12,065	9,836		
	15-16	29°5	12,220	6,789		
	16-17	28°	8,586	4,141		
			42,446	**29,716**	1,42	

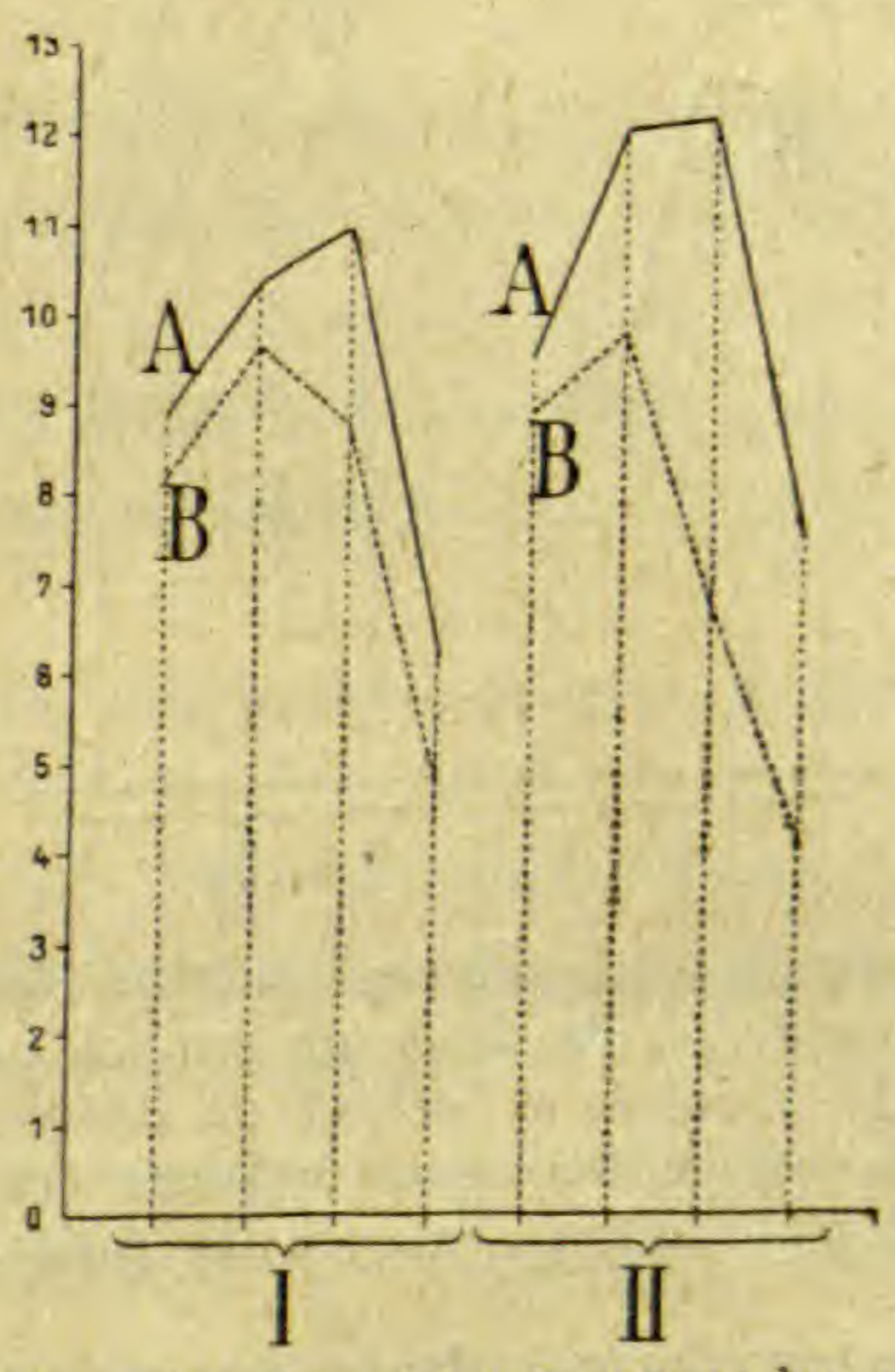


Fig. 18. — Expérience N° 13. Courbes réprésentant les variations de la transpiration du *Robinia pseud-Acacia* dans un espace partiellement fermé ; *A*, plante témoin ; *B*, plante soumise à l'action de l'essence de Lavande ; I, les deux plantes dans une atmosphère sans essence (15 Août) ; II, la plante *B* dans une atmosphère avec essence.

Expérience N° 14. ROBINIA PSEUD-ACACIA
Tracés de la fig. 19

DATE	HEURES	TEMPÉRATURE	EAU DÉGAGÉE PAR HEURE PAR LA PLANTE TÉMOIN A Grammes	EAU DÉGAGÉE PAR HEURE PAR LA PLANTE B Grammes	QUOTIENT DU RAPPORT A/B	OBSERVATIONS
19 Août	13-14	29°	8,700	7,619		I. Les deux plantes sans essence.
	14-15	29°5	8,565	7,730		
	15-16	27°5	5,000	2,903		
	16-17	26°	4,000	2,926		
			26,265	**21,178**	1,24	
20 Août	13-14	30°	9,678	9,295		II. Vapeurs d'essence de Lavande dans la serre B.
	14-15	29°5	10,557	9,266		
	15-16	29°	9,280	6,833		
	16-17	27°	5,360	3,934		
			34,875	**29,328**	1,18	

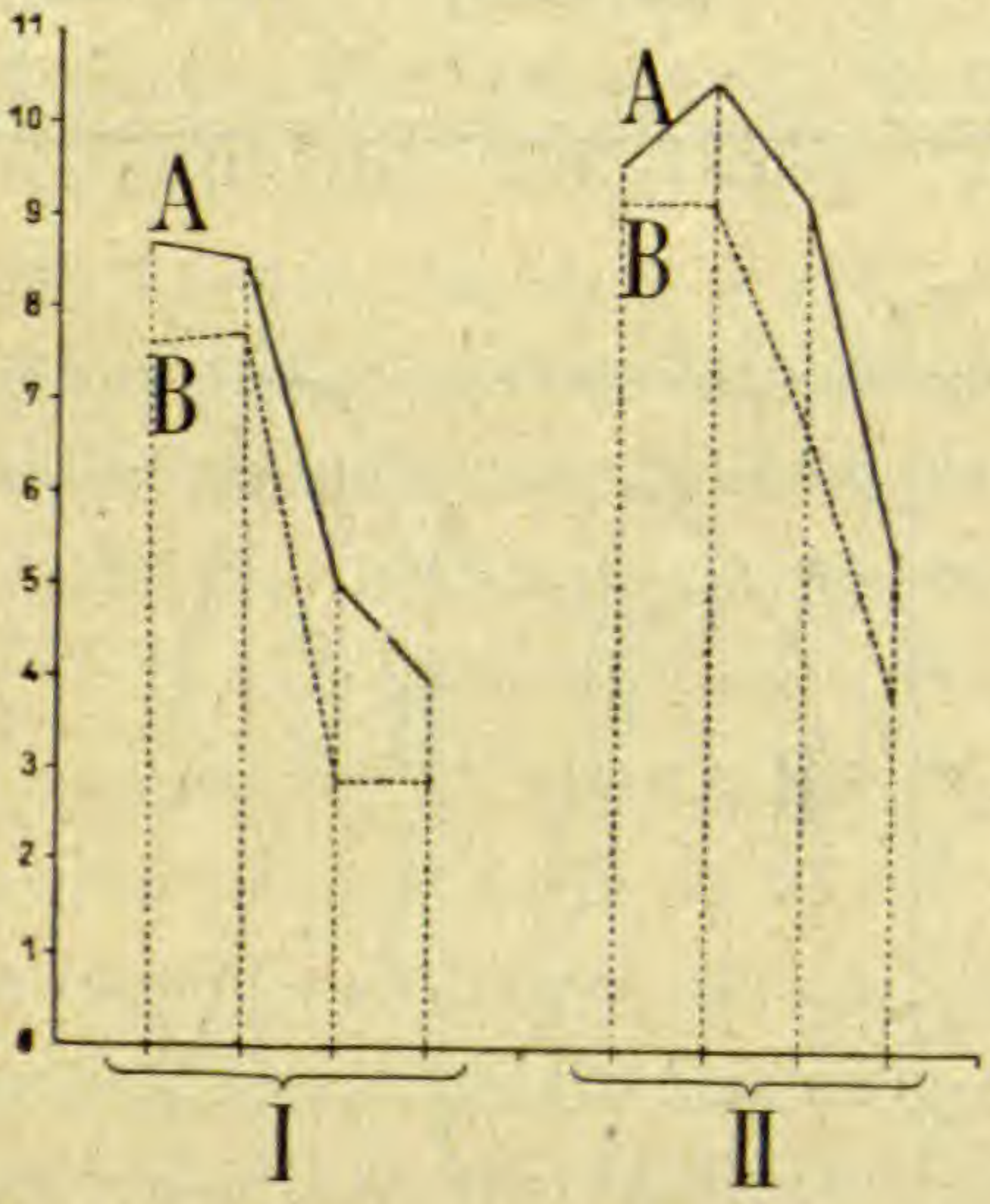


Fig. 19. — Expérience N° 14. Graphiques représentant les variations de la transpiration du *Robinia pseud-Acacia* dans un espace partiellement fermé; *A*, plante témoin; *B*, plante soumise à l'action de l'essence de Lavande; I, les deux plantes dans une atmosphère sans essence (19 Août); II, la plante *B* seulement dans une atmosphère avec essence (20 Août).

La contradiction entre les résultats des expériences n^os 13 et 14 n'est assurément qu'apparente; les conditions extérieures ont été les mêmes : un ciel découvert où ne passèrent presque pas de nuages, un soleil ardent qui a dardé tout le temps sur les deux serres, variations de

température (comparer les tableaux) et d'humidité presque les mêmes. Mais, étant donné la difficulté qu'on éprouve à apprécier et à comparer avec exactitude les oscillations des faibles courants de l'atmosphère d'un jour à l'autre, comme ces courants entraînent rapidement les vapeurs des essences, comme, d'autre part, dans un espace qui n'est pas clos, il est presque impossible de maintenir l'atmosphère chargée d'une même quantité de parfum, il est très probable que le 16 Août (expérience n° 13) l'air a été plus chargé d'essence que le 20 Août (expérience n° 14).

Sans vouloir tirer de ces trois dernières expériences des conclusions péremptoires, nous inclinons a admettre que dans un espace incomplètement fermé les vapeurs des essences n'arrivent à diminuer, d'une manière appréciable, l'intensité de la transpiration que dans des conditions précises, à savoir lorsque la tranquillité de l'atmosphère ne facilite pas la diffusion trop rapide des vapeurs des essences et n'entrave pas leur pénétration dans les espaces aérifères de la plante.

Il serait fort intéressant d'étudier l'effet qu'auraient les huiles essentielles sur les plantes qui séjournent en plein air ; il est à regretter que je n'aie pu rechercher ce qui arriverait dans ce dernier cas ; des difficultés matérielles m'ont empêché jusqu'à présent de réaliser ce projet ; en effet, en plein air, il faudrait dépenser une trop grande quantité d'essence et je n'ai pu me la procurer ; j'espère pouvoir revenir plus tard sur de semblables expériences ; mais j'ai tout lieu de croire qu'en plein air la faible quantité d'essence, qui peut se maintenir autour de la plante, ne suffit pas pour modifier d'une manière appréciable la transpiration.

C. — Les essences végétales et la vitalité du protoplasma.

Nous avons admis précédemment que les essences végétales déterminent un abaissement de la transpiration, en provoquant une anesthésie plus ou moins intense des cellules ; à ce point de vue les parfums se comportent comme les anesthésiques ordinaires (éther, chloroforme) (1) ; en effet, les parfums, tout comme les anesthésiques

(1) Leclerc du Sablon : Sur les causes du dégagement et de la rétention de vapeurs d'eau par les plantes (*Revue générale de Botanique*, t. 25, 1913, p. 68) ; Dixon H. : On the effects of stimulative and anaesthetic gases on transpiration (*Proc. Irish Acad. Dublin*, 3 ser., vol. IV, 1898, p. 618) et les autres travaux cités par Burgerstein : die Transpiration d. Pflanzen, 1904, p. 134

ordinaires, en agissant sur le protoplasma vivant, peuvent entraver, suspendre ou supprimer temporairement les manifestations caractéristiques de la vie, sans troubler gravement le jeu des fonctions. On connaît depuis longtemps l'action toxique des huiles essentielles sur les animaux (1) ; ces substances ont aussi une action anesthésique plus ou moins prononcée sur les diverses fonctions de plantes (2). D'après mes propres expériences, les vapeurs des essences diminuent l'intensité des phénomènes suivants.

1° Des mouvements nyctinastiques des feuilles (essence d'Origan et feuilles de *Gleditschia triacanthos* et de *Mimosa pudica*.)

2° Des mouvements séismonastiques (essence de Bergamote et feuilles de *Mimosa pudica*).

3° Des mouvements phototactiques (essence d'Origan et zoospores de *Dunaliella salina*).

4° Des mouvements géotropiques (essence d'Origan et tiges de *Phaseolus multiflorus*).

5° Les essences végétales entravent ou empêchent le verdissement des plantes étiolées lorsqu'elles sont exposées à la lumière, tout comme les anesthésiques ordinaires (essence d'Origan et feuilles de *Phaseolus multiflorus*) (3).

6° Les huiles essentielles peuvent agir sur le protoplasma et en modifier la perméabilité ; les membranes protoplasmiques deviennent moins perméables sous l'action de ces substances (essence de Lavande et *Spirogyra*, *Elodea*) (4).

7° En plaçant les plantes en vase clos avec des vapeurs d'huiles éthérées, Gigliogli a constaté que les cellules laissent transsuder par leurs membranes intactes, au bout d'un certain intervalle de temps, de grosses gouttes d'eau (5) ; par conséquent l'action anesthésique

(1) Husemann und Hilger : Pflanzenstoffe, I, 1882, p. 88.

(2) Overton : Studien ueber die Narkose, 1901, p. 140-141 — Coupin : *Comptes-rendus de l'Acad. des sciences de Paris*, t. 151, 1910, p. 1066 ; t. 152, 1911, p. 529.

(3) Pour les anesthésiques ordinaires voir Teodoresco et Coupin, *Comptes-rendus des séances de l'Acad. des sciences de Paris*, t. 127, 1898, p. 884.

(4) Pour les anesthésiques ordinaires voir Lepeschkin W. W. : Ueber die Einwirkung anaesthesierender Stoffe auf die osmot. Eigensch. d. Plasmamembranen (*Ber. bot. Gesellsch.* Bd. 29, 1911, p. 349) et Osterhout : The decrease of Permeability by Anaesthetics (*Botanical Gazette*, vol. 61, 1916, p. 148).

(5) Gigliogli : *Rendiconti Ac. Lincei Roma*, XX, 5, II sem., p. 349 ; résumé dans le *Bot. Centralbl.*, Bd. 119, 1912, p. 559.

et nocive se prolongeant, le protoplasma devient plus perméable qu'à l'état normal ; cette augmentation de la perméabilité se termine d'ailleurs par la mort des cellules (1).

Demandons-nous maintenant de quelle manière les huiles essentielles modifient les cellules pour abaisser la transpiration. On sait que la perméabilité des membranes protoplasmiques varie de la même façon pour l'eau que pour les substances dissoutes (2) ; une diminution de la perméabilité du protoplasma est en effet accompagnée d'un abaissement de la transpiration (3) et de l'exsudation (4) ; puisque d'après mes expériences une dose convenable d'essence diminue également la perméabilité des membranes protoplasmiques, il s'en suit que l'abaissement de la transpiration par huiles essentielles doit être attribué également à une diminution de la perméabilité. Mais il est possible que le phénomène soit plus complexe et que d'autres changements puissent avoir lieu lorsque les substances odorantes agissent sur les cellules vivantes.

D. — Conclusions générales.

1. *Résultats.*

Les principaux résultats qui ont été obtenus dans l'étude de l'action des huiles essentielles peuvent être résumés ainsi :

1° L'athermanéité d'une atmosphère chargée de vapeurs de diverses essences végétales ne joue aucun rôle appréciable dans la transpiration des plantes.

(1) Dubois R. : *Comptes-Rendus soc. Biol. de Paris* 1885 et 1886, cité d'après Dastre : Les anesthésiques, 1890, p. 32. — Dubois R. : Anesthésie physiologique, 1894, p. 15.

(2) Rysselberghe : Influence de la température sur la perméabilité du protoplasma (*Recueil de l'Institut Botanique de l'Université de Bruxelles*, publié par L. Errera, t. 5, 1902). — Lepeschkin W. W. : Zur Kenntniss des Mechanismus der aktiven Wasserausscheidung d. Pflanzen (*Beihefte Z. Bot. Centralbl.* I, Bd. 19, 1906, p. 416) ; Zur Kenntniss des Mechanismus der Variationsbewegungen (*Ber. bot. Gesellsch.* Bd. 26a, 1908, pp. 731 et 733). — Sur la critique de la méthode employée par Lepeschkin voir Fitting, *Jahrbücher für wiss. Botanik*, Bd. 56, 1915, p. 1.

(3) Leclerc du Sablon : *Revue générale de Botanique*. t. 25, 1913, p. 68.

(4) Lepeschkin W. W. : Zur Kenntniss des Mechanismus der aktiven Wasserausscheidung der Pflanzen (*Beihefte Z. bot. Centralbl.*, I Abt. Bd. 19, 1906, p. 416) ; Zur Kenntniss des Mechanismus d. Variationsbewegungen (*Berichte bot. Gesellsch.*, Bd. 260, 1908, p. 731 et 733).

2° Dans un espace fermé les essences provoquent une diminution notable de l'intensité de ce phénomène, aussi bien chez les plantes aromatiques, que chez celles qui sont dépourvues de substances odorantes.

3° Cette diminution de la transpiration est due à l'action des essences sur la vitalité du protoplasma, à savoir à un abaissement de la perméabilité des membranes protoplasmiques.

4° Si les plantes sont placées dans un espace incomplètement clos, l'effet des vapeurs des huiles essentielles sur la transpiration n'est sensible que lorsque l'atmosphère est très tranquille.

2. *Interprétation des résultats.*

Des résultats précédents, quelles conclusions peut-on tirer sur le rôle physiologique des substances odorantes dans la nature, c'est-à-dire dans les stations assignées aux plantes aromatiques et dans leurs conditions naturelles d'existence ?

Tout d'abord, comme nous l'avons montré, les huiles essentielles ne peuvent pas intervenir par leur athermanéité ; le rôle de celle-ci, dans le contre-balancement des effets de la chaleur et, par conséquent, dans la régulation de la transpiration, est nul ou insignifiant. Considérons donc comme une exagération poétique le passage suivant de Tyndall (1) : « ainsi le doux vent du midi qui souffle sur une plate-bande de violettes, en dérobant et répandant son odeur, doit son parfum à un agent qui, quoique presque infiniment atténué, peut plus, pour intercepter le rayonnement terrestre, que l'atmosphère entière depuis la plate-bande jusqu'au firmament ».

Les huiles essentielles ne pourraient intervenir que par leurs propriétés anesthésiantes ; cependant, en fournissant les principes odorants par l'extérieur, c'est-à-dire en plaçant une plante dans une atmosphère contenant des vapeurs d'essences végétales, comme nous l'avons fait dans nos expériences, l'anesthésie ne peut s'accomplir d'une manière appréciable que dans un espace où l'air est suffisamment saturé d'essence ; nous avons vu que dans les circonstances expérimentales, cette condition ne saurait être remplie que dans un espace fermé ; dans un espace incomplètement fermé,

(1) Tyndall J. : La chaleur, mode de mouvement, trad. Abbé Moigno. 2e éd. 1901, p. 332.

cela ne doit arriver que très rarement, par suite de la diffusion de l'essence et de son entraînement par les courants de l'air ; il est certain que dans les conditions naturelles, c'est-à-dire dans un espace illimité, la diffusion et la dispersion par les vents sont encore plus rapides et empêchent toujours l'atmosphère d'acquérir le degré suffisant de saturation par les vapeurs odorantes ; par conséquent, dans ces cas les huiles essentielles ne pourraient non plus diminuer la transpiration par leurs propriétés anesthésiantes.

Les faits mentionnés dans les récits des naturalistes voyageurs, à savoir que les odeurs, émises par les plantes aromatiques, sont senties à une distance assez grande (par exemple *Artemisia judaica*, Volkens l. c.) ne prouvent pas que la quantité d'essence répandue dans l'air soit suffisante pour avoir une action appréciable sur la transpiration des plantes ; d'autre part l'appréciation par l'odorat de la quantité de parfum est tout à fait subjective et les résultats obtenus varient avec l'éducation préalable de l'organe ; enfin, remarquons qu'il y a des essences végétales qui ont un très grand pouvoir odorant, c'est-à-dire qu'il suffit d'une quantité infinitésimale de ces corps pour provoquer une sensation olfactive ; il suffit, parfois, de verser quelques gouttes d'un parfum dans une chambre spacieuse pour avoir une sensation olfactive très forte pendant des journées ; cependant, cette faible quantité d'essence, répandue dans l'atmosphère, serait tout à fait insuffisante pour modifier d'une manière appréciable la transpiration d'une plante.

Cependant, il ne faut pas oublier que dans la nature les substances odorantes ne sont pas fournies par l'extérieur, mais par l'intérieur ; il est même probable que dans la plupart des cas les odeurs, une fois émises, ne rentrent que très rarement et en faible quantité dans les espaces aérifères de l'organisme végétal ; les principes odorants, formés dans les cellules, sont emmagasinés dans des appareils sécréteurs spéciaux, d'où ils peuvent se répandre, par diffusion, dans les cellules vivantes des tissus voisins. En effet, toutes les huiles essentielles sont, en proportion limitée, plus ou moins solubles dans l'eau (1) ; toutes les expériences montrent que les secrétions résineuses et les huiles essentielles peuvent traverser facilement les membranes

(1) CHARABOT et GATIN : Le Parfum chez la plante, 1908, p. 180.

imbibées d'eau et pénétrer dans le protoplasma (1). D'autre part, Charabot et Laloue (2) ont fait des recherches intéressantes sur la répartition des essences entre les différents organes des plantes aux époques importantes de l'évolution normale (*Ocimum Basilicum* L., *Citrus Aurantium* L., *Citrus Bigaradia* Duh., *Citrus nobilis* Lam., *Pelargonium odoratissimum* Willd , *Verbena triphylla* L. et *Artemisia Absinthium* L.) ; ces auteurs ont montré « que la matière odorante, qui se forme dans les feuilles, se rend dans la tige et, de là, dans l'inflorescence ; après la fécondation les principes odorants paraissent redescendre dans la tige et, d'une manière générale, dans les organes autres que les fleurs » ; c'est ainsi que chez l'Absinthe, les racines, qui, à un premier stade ne renferment pas d'essence, deviennent, à un stade ultérieur, plus riches que la tige. Charabot et Laloue sont arrivés à ces résultats par le procédé de la distillation des organes ; une étude plus détaillée de la distribution des essences dans les diverses cellules, n'est pas possible pour le moment, vu que les réactifs microchimiques que nous possédons sont fort imparfaits et ne permettent pas de nous révéler aisément la présence des huiles essentielles dans le protoplasma, surtout lorsque ces substances se présentent sous forme d'émulsion fine ; il est même impossible de décéler les quantités connues d'une essence dissoute dans l'eau (eau de Rose, eau de fleur d'Oranger) (3). En tout cas, des recherches de Charabot et Laloue, il résulte que les produits odorants semblent doués, dans la plante, d'une singulière mobilité. D'autre part, il est évident que les vapeurs de ces substances doivent passer des cellules dans les espaces aérifères ; elles doivent charger surtout l'atmosphère intérieure des feuilles ; cette dernière atmosphère doit être, surtout chez les plantes à organes secréteurs internes, beaucoup plus chargée de produits odorants que l'atmosphère qui enveloppe la plante.

(1) Voir la bibliographie sur cette question chez HELLER A., *Flora*, Bd. 93, 1904, p. 1.

(2) *Bulletin de la soc. chimique de Paris*, 3e série, t. 29, 1903, p. 838 ; t. 31, 1904, p. 193 ; t. 31, 1904, p. 884 ; t. 33, 1905, pp. 236 et 585 ; t. 35, 1906, p. 912 ; 4e série, t. 1, 1907, pp. 280, 483 et 640 — *Comptes-rendus des séances de l'Acad. des sciences de Paris*, t. 136, 1903, p. 1467 ; t. 137, 1904, p. 996 ; t. 138, 1904, p. 1229 ; t. 139, 1905, p. 938 ; t. 140, 1905, p. 667 ; t. 142, 1906, p. 798 et 860 ; t. 144, 1907, pp. 152, 435 et 808 ; t. 145, 1907, p. 201 — CHARABOT et GATIN l. c. p. 233.

(3) Voir l'expérience très convainquante de CHARABOT et GATIN : Le Parfum chez la plante, 1908, p. 181.

Donc nous nous croyons plus près de la vérité en admettant que si, dans les conditions naturelles, les huiles essentielles sont capables de modifier la transpiration par leur action, ce ne sont pas les vapeurs d'essence enveloppant d'habitude si légèrement la plante qui doivent contribuer le plus à l'anesthésie, mais les produits odorants qui se trouvent à l'intérieur, c'est-à-dire dans les cellules vivantes et dans les espaces aérifères des organes.

En résumé, les observations précédentes permettent de formuler les conclusions générales suivantes sur le rôle des huiles essentielles dans la nature :

1° *Les essences végétales provoquent une diminution de la transpiration.*

2° *Cette diminution est due à l'action des essences sur la vitalité du protoplasma, à savoir à un abaissement de la perméabilité des membranes plotoplasmiques.*

3° *L'athermanéité des huiles essentielles ne joue aucun rôle appréciable dans la transpiration des plantes.*

REVUE DES TRAVAUX DE BOTANIQUE
TROPICALE ET SUBTROPICALE
(1910-1919)

par P. CHOUX

(Suite)

Nous avons déjà dit plus haut que l'*Agave sisalana* (ou *Agave rigida sisalana*) avait pu être acclimatée en dehors de son pays d'origine. Les Allemands avaient obtenu de bons résultats en Afrique orientale allemande et considéraient cette culture comme une entreprise d'avenir (1). Les Anglais ont pu enregistrer une réussite analogue dans leur Protectorat de l'Est Africain (2). Il semble cependant que, dans ces deux colonies, le sisal termine rapidement sa carrière, dressant sa hampe florale, signe de sa mort à brève échéance, dès la sixième année. Et, comme il faut attendre trois ans pour récolter, la période de rendement est bien courte. La situation est bien moins avantageuse que dans les plantations du Yucatan ou des Bahamas (3).

Plus près de nous, en Sicile, la culture de l'*Agave sisalana* var. *rigida* a donné des résultats assez satisfaisants dans la zone côtière,

(1) *Die Sisalkultur in Deutsch-Ostafrika* (Der Tropenpflanger, oct. 1910, p. 532).

— Braun : *Untersuchungen über Fasergehalt und Faserstäcke bei Sisalagaven* (Der Pflanzer, Jan. 1910, n° 1, p. 1).

— *Die sisalkultur in Deutsch-Ostafrika* (Verhandl. des Vorst. des K. W. K. 1912, n° 2, 5 Dez. 1912, p. 39).

— Bruck (Arbeiten der Landw. Gesells. n° 224, Berlin, 1913) (Inst. Intern. d'Agric., Bull. des rens. agricoles, oct. 1913, n° 1150).

(2) *L'Agave sisalana nell' Africa orientale inglese* (J. of the Royal soc. of Arts, 1914) (D'après Agricoltura coloniale, 31 gennaio 1915, n° 1, p. 56).

(3) *Le sisal en Afrique* (Bull. écon. de l'Indo-Chine, sept.-oct. 1918, n° 132, p. 991).

plutôt médiocres au contraire à l'intérieur et à une certaine altitude (1).

En raison de la grande facilité de culture de l'agave et du grand nombre de régions et de sols qui lui conviennent, on pourrait croire que des plantations importantes ont été entreprises dans les colonies françaises. En réalité, les essais sont assez restreints et ne paraissent vraiment encourageants qu'en Afrique occidentale. En Tunisie, MM. Guillochon et Gagey pensent que l'exploitation de l'*Agave sisalana* pourrait être intéressante à condition que les cours soient élevés (2). Mais au Tonkin, d'après M. Hautefeuille, l'agave textile ne paraît pas appelée à se développer avec avantage, à cause du climat humide de la région (3). Il ne faudrait peut-être pas en conclure que cette production ne peut être lucrative en Indo-Chine car, sur le littoral du Sud-Annam, l'agave se fait remarquer par sa robustesse (4). De plus l'*Agave cantala* a donné à M. Vernet dans le Sud-Annam des résultats encourageants pour l'avenir (5). Mais c'est surtout en Afrique occidentale que nous trouvons un effort soutenu et plein de promesses (6). La preuve est faite; le sisal peut être

(1) TROPEA : *Risultati dell' acclimatazione in Sicilia dell' Agave rigida, var. sisalana* (L'Agricoltura col., 25 Agosto 1914, n° 8, p. 516).
— *Culture de l'Agave sisalana en Sicile* (Bollett. di Stud., ed Inf. del R. G. col. di Pal., vol. IV, 1919, Palermo) (D'après Inst. Intern. d'Agric., Bull. des rens. agricoles, oct.-déc. 1919, n° 1141).

(2) GUILLOCHON et GAGEY : *Note sur la culture de l'Agave sisalana en Tunisie et le défibrage de ses feuilles* (Bull. de la Direct. gén. de l'Agric. de la régence de Tunis, janv.-février 1913. n° 66, p. 18).

(3) HAUTEFEUILLE : *Rapport d'ensemble sur les essais de textiles entrepris à La-Pho (Tonkin)* [*L'Agave*] (Bull. écon. de l'Indo-Chine, sept.-oct 1913, n° 104, p. 811).
— HAUTEFEUILLE : *L'Agave textile au Tonkin* (Congrès d'Agric. col. de 1918, série Hanoï, n° 3).

(4) CHEVALIER : *La culture des plantes à fibre en Indo-Chine. Distribution géographique de l'Agave cantala (Roxb.)* (Bull. agricole de l'Inst. scient. de Saïgon, sept. 1919, n° 9, p. 266).
— CREVOST et LEMARIÉ : *Plantes et produits filamenteux et textiles de l'Indo-Chine. Agaves* (Bull. éc. de l'Indo-Chine, n° 139, nov.-déc. 1919, p. 832).

(5) VERNET : *Essais sur l'Agave cantala de la région de Phan-rang (Sud-Annam)* (Bull. agricole de l'Inst. scient. de Saïgon, sept. 1919, n° 9, p. 270).

(6) *Quelques textiles exploités au Soudan* (J. d'agric. trop., nov. 1912, n° 137, p. 325).
— *Agaves* (Perrot. Les grands produits végétaux des colonies françaises, Paris, 1915, p. 159).
— YVES HENRY : *L'avenir du Sisal en Afrique tropicale* (Mat. premières africaines, Paris, 1918, p. 121).
— FRANÇOIS : *Les ressources de l'Afrique occidentale française. Textiles et fibres. Sisal.* (Bull. de l'Office col., sept. 1917, p. 546).

cultivé avec succès sur une grande échelle dans nos possessions du Soudan, qui conviennent à la plante à la fois comme climat et comme sol.

Mentionnons, pour terminer, les essais de M. d'Hérelle sur les résidus de la défibration de l'*Agave rigida* var. *sisalana* du Yucatan. Ces résidus contiennent une notable quantité de sucre et une levure indigène s'est montrée capable avec le jus sucré de donner de l'alcool en quantité notable (1). M. Baud a signalé des résultats analogues (2). Par contre, aux îles Hawaï, William George ne se montre pas aussi optimiste et n'a pas obtenu un pourcentage d'alcool aussi élevé (3).

Voir encore sur les agaves :

— *Mauritius hemp* (Bull. of the Imp. Inst., Vol. VIII, n° 3, 1910, p. 265).

— *Sisal Hemp in Quilimane* (id., Vol. X, n° 1, april 1912, p. 131).

— Braun : *Wichtig für die Sisalproduzenten* (Der Pflanzer, oct. 1912, n° 10, p. 545).

— Magnan de Bellevue : *L'industrie des fibres d'aloès à l'île Maurice* (L'Agric. prat. des pays chauds, juin 1912, p. 516).

— Michotte : *L'Agave. Culture et exploitation* (id, janvier 1912 — février 1913).

— *Sisal Hemp in Fiji* (Bull. of miscell. inform. Kew, 1913, n° 6, p. 231).

— Braun : *Die Sisalagave* (Der Pflanzer, fébr. 1914, n° 2, p. 95).

— *Agave sisalana and fourcroydes in Jamaïca* (Bull. of miscell. inform., Kew, 1914, n° 9, p. 350).

— *Agave sisalana et Fourcroya gigantea au Cap Vert* (Revista Col., Lisbonne, 25 Sept. 1914) (D'après Inst. Intern. d'agric., Bull. des rens. agricoles, déc. 1914, n° 1115).

— *L'agave à Java* (Bull. écon. de l'Indo-Chine, mai-juin 1915, n° 113, p. 440).

(1) F. d'Hérelle : *Utilisation des résidus de la défibration des Agaves pour la production de l'alcool* (J. d'Agric. trop., 30 juin 1910, n° 108, p. 161).

— *Henequenspiritus aus Yukatan* (Der Pflanzer, 30 sept. 1910, n° 4, p. 231).

(2) Baud : *De l'utilisation de la pulpe de défibrage de certaines agaves* (Bull. de la soc. Nat. d'Agric. de France, 1911, n° 1, p. 64).

— Barrett : *Alcohol from maguey and sisal refuse* (The Philippine Agric. Rev., vol. V, sept. 1912, n° 9, p. 518).

(3) Press Bulletin, n° 35, of the Hawaï Agric. Exper. station, 12 june 1912 (D'après Saleeby : *Utilisation of sisal waste* Philipp. Agric. Rev., 1912, n° 11, p. 508).

— *Sisal hemp : its cultivation, preparation and utilisation* (Bull. of the Imp. Instit., Vol. XIII, n° 3, july-sept. 1915, p. 430).

— *Agave in the Philippines* (The Philippine Agric. Rev., first quarter 1916, p. 50).

— Fique : *Fourcroya gigantea* (Bull. of miscell. inform., Kew, 1916, n° 7, p. 169).

— *The production of sisal hemp* (Bull. of the Imp. Inst., Vol. XV, n° 4, oct.-déc. 1917, p. 485).

— *Utilisation des déchets de sisal* (Bull. écon. de l'Indo-Chine, janv.-févr. 1918, n° 126, p. 146).

— *Le sisal en Afrique orientale* (J. d'agric. trop., nov. 1919, p. 340).

Abaca

L'*abaca* (*Musa textilis*) est à peu près exclusivement localisé dans son pays d'origine, les îles Philippines.

M. Saleeby, inspecteur général des fibres à Manille, distingue 14 variétés de bananier textile. Les caractères qui les séparent sont la couleur, les dimensions, la forme du tronc, la tendance plus ou moins grande à produire des rejets, la qualité et la quantité de la fibre. Toutes ces variétés n'ont d'ailleurs pas la même valeur ; les plus intéressantes sont les variétés *Tangongon, Bangulanon, Maguindanao, Libuton* et *Arupan* (1). Les qualités que l'on doit surtout rechercher dans le choix de ces variétés sont : une croissance rapide et vigoureuse, un grand rendement en fibres et une extraction aisée de ces fibres (2).

D'autre part, le Bureau d'agriculture des Philippines et spécialement M. Saleeby se sont à maintes reprises préoccupés d'améliorer la production du chanvre de Manille. D'après cet auteur, il faut surtout insister sur les points suivants : choix judicieux des emplacements convenables pour la plantation, pratique des méthodes culturales modernes, rajeunissement des vieilles plantations par

(1) Saleeby : *Abaca fiber* (The Philippine Agric. Rev., Vol. III, n° 6, juin 1910, p. 359).

— Saleeby : *Abaca* (id, Vol. IV, n° 1, jan. 1911, p. 13).

(2) Saleeby : *Abaca (Manila hemp). Agricultural extensive Work Lecture n° 3* (id., n° 6, june 1911, p. 298).

— Saleeby : *An attempt to improve the quality of abaca* (id, Vol. V, oct. 1912, n° 10, p. 555).

l'établissement d'une nouvelle bananeraie, amélioration de la qualité de la fibre (1).

M. Nickles conseille, pour éliminer les mauvaises herbes dans les plantations d'abaca et pour remplacer les engrais souvent onéreux, de semer *Vigna Catyang*, comme plante de couverture et comme engrais vert. Cette méthode culturale convient parfaitement pour le rajeunissement des vieux champs d'abaca, mais elle peut être aussi employée pour la création d'une nouvelle plantation (2).

A signaler encore que, si, pendant longtemps, on a cru que la reproduction de l'abaca par semis était très difficile et pratiquement impossible, des expériences faites à la station de la Carlota ont fourni la preuve contraire. Les variétés qui ont donné le plus haut pourcentage de germination ont été celles qui sont douées d'une végétation exubérante. La graine d'abaca ne conserve d'ailleurs pas longtemps sa faculté germinative; au bout de trois mois toute vitalité a disparu (3).

Aux Philippines, l'abaca n'est pas le seul bananier dont on utilise la fibre. On connait encore le *pacol*, espèce de *Musa* qui ressemble au bananier comestible et dont la fibre, moins résistante que celle de l'abaca, l'est cependant plus que celle du bananier comestible. Elle est d'ailleurs assez couramment employée (4).

Voir encore sur l'abaca :

— *Knotted Abaca* (The Philippine Agric. Rev., Vol. V, n° 6, june 1912, p. 327).

— Bruck : *Der Faserbau in Holländisch-Indien und auf den Philippinen. Die Manilahanfkultur* (Beihefte zum Tropenpflanzer, N° 5/6, Dez. 1912, p. 506).

Sansevières

Depuis de nombreuses années déjà, il est question des sansevières comme plantes textiles.

(1) Saleeby : *The renovation of the abaca (Manila hemp) industry* (id., Vol. VI, n° 4, april 1913, p. 167).
— Saleeby : *The present system of grading and baling abaca (Manila hemp); its defects and remedies therefore* (id., Vol. VI, n° 10, oct. 1913, p. 504).

(2) Nickles : *The rejuvenation of depleted abaca fields* (id., Vol. VIII, n° 10, 11, 12, oct.-déc. 1914, p. 411).

(3) *Propagacion del abaca (Manila hemp) per semillas* (Revista agricola de Filippinas, febrero 1913, Vol. VI, n° 2, p. 105).

(4) Saleeby : *Pacol fiber* (The Philip. Agr. Rev., Vol. VI, april 1913, n° 4, p. 193).

M. Michotte a montré l'intérêt qu'il y aurait à propager dans toutes nos colonies les sansevières, de préférence au sisal. L'exploitation en serait plus rapide, moins coûteuse et plus fructueuse que celle des agaves (1). Les espèces connues sont d'ailleurs très nombreuses (2). Il y aurait peut-être lieu cependant de faire un choix, si l'on voulait s'adonner à la culture. En tout cas, d'après des essais faits à Lisbonne, la fibre du *Jife (Sanseviera cylindrica)* se prête admirablement à la fabrication de toutes sortes de cordes (3). Voir encore sur les Sansevières :

— *Les fibres de l'Afrique orientale anglaise* (Agronomie trop., n° 8, août 1911, p. 104).

— *La culture des Sansevières en Sicile* (Bollett. di Studi e Inf. del R. G. col. di Palermo, 1919) (D'après Bull. des rens. agricoles de l'Inst. Intern. d'Agri., oct.-déc. 1919, n° 1142).

Les plantes textiles, considérées au sens large où nous les avons envisagées, comprennent encore un certain nombre de types intéressants et utilisés dans la pratique courante. Nous mentionnerons plus spécialement ici les palmiers à piassava, le raphia et les chiendents.

Palmiers à piassava

On connaît depuis longtemps comme producteurs de piassava, l'*Attalea funifera* Mart. et le *Leopoldinia piassaba* Wall., deux palmiers brésiliens qui fournissent respectivement la *sorte de Bahia* et la *sorte de Para*.

Plus récemment, la piassava de l'Afrique occidentale a, à son tour, attiré l'attention. Les palmiers producteurs appartiennent au genre *Raphia*. Beccari admet d'ailleurs deux sortes de piassavas ouest-africaines : 1° une piassava naturelle, obtenue par la décomposition spontanée des gaines et des ligules de la base des feuilles, et qui ne serait produite que par un petit nombre d'espèces, dont la plus

(1) Michotte : *Les Sansevières : culture et exploitation* (L'Agric. prat. des pays chauds, mai et juin 1913).
— Michotte : *Les Sansevières* (Bull. des Séances de la Soc. Nat. d'agric. de France, avril 1914, n° 4, p. 495-501).

(2) N. E. Brown : *Sanseviera (A monograph of all the known species* (Bull. of miscell. inf., Kew, 1915, n° 5, p. 185).

(3) *Fibre du jife (Sanseviera cylindrica)* (Revista col., Lisbonne, févr. 1915) (D'après Inst. Intern. d'Agric., Bull. des rens. agricoles, mai 1915, n° 502).

importante est le *Raphia Hookeri*; 2e une piassava artificielle, obtenue par une macération dans l'eau des mêmes organes, mais qui pourrait provenir de plusieurs espèces (1). A la Côte d'Ivoire, Chevalier mentionne le *Raphia longiflora* Mann. et Wendl. (2). Dans la République de Libéria, ce serait le *Raphia vinifera* (3), bien que Beccari pense plutôt au *Raphia longirostris* Becc.. Dans la Sierra Leone, ce serait encore le *Raphia vinifera* (4).

A Madagascar, MM. Jumelle et Perrier de la Bâthie ont signalé, en 1910, dans le nord-ouest de l'ile (Massif du Manongarivo), un palmier à piassava, le *Vonitra crinita* Jum. et Perr., qu'ils considérent comme différent du *Vonitra Thouarsiana* Becc. de l'ile Sainte-Marie, pour lequel on ne signale pas cette production et du *Dictyosperma fibrosum* Wright, qui, dans l'est de l'ile, où il est le *vonitra* des indigènes, fournit de la piassava (5).

En 1911, Beccari a confirmé l'identité spécifique du *Vonitra crinita*, mais pensait que l'ancien *Dictyosperma fibrosum* de Wright, dont il faisait le *Vonitra fibrosa*, et le *Vonitra Thouarsiana* ne formaient peut-être qu'une seule et même espèce (6). Il exprimait la même incertitude en 1912 dans son grand ouvrage sur les Palmiers de Madagascar (7). En 1913, MM. Jumelle et Perrier de la Bâthie ayant pu étudier de nombreux échantillons, ont pu affirmer l'identité soupçonnée par Beccari (8). Enfin, en 1917, M. Jumelle a fait connaître, dans la même région que le *Vonitra Thouarsiana*, un autre palmier à piassava, le *Vonitra utilis*, exploité au même titre

(1) O. Beccari : *Le Palme del genere Raphia* (L'Agricolt. col., maggio-giugno 1910, pp. 163-166).

(2) Chevalier : *Les ressources forestières de la Côte d'Ivoire* (Compt. rend. de l'Ac. d. Sciences de Paris, T. 150, 7 mars 1910, p. 623).

(3) *Industrie de la piassave dans la République de Liberia* (L'Agriculture prat. des pays chauds, avril 1910, p. 332).

— *African Bass or Piassava* (Bull. of miscell. inf., Kew, 1910, n° 5, p. 169).

(4) *Piassava industry of British West Africa* (Bull. of the Imp. Inst., Vol. XIII, n° 4, oct.-déc. 1915, p. 555).

(5) Jumelle et Perrier de la Bathie : *Un palmier à piassava de Madagascar* (L'Agric. pratique des pays chauds, avril 1910, n° 85, p. 289).

(6) Beccari : *Le palme che producono fibre di Piassava nel Madagascar* (L'Agricoltura coloniale, Luglio 1911, n° 7, p. 320).

(7) Beccari : *Palme del Madagascar* (Firenze, 1912).

(8) Jumelle et Perrier de la Bathie : *Palmiers de Madagascar* (Ann. du Mus. col. de Marseille, 21e ann., 3e sér., 1er vol., 1913, pp. 4-12).

que le premier. (1) Dans ces deux espèces, la piassava est fournie non par la spathe florale, comme on l'a autrefois prétendu, mais par la gaine foliaire et plus spécialement par la partie de cette gaine qui correspond à la languette oppositipétiole. Le produit du *Vonitra crinita* n'est pas utilisé.

Voir encore sur les palmiers à piassava :

— DUBARD : *Note sur l'expertise du crin végétal de Madagascar* (Bull. écon. de Madagascar, 1er sem. 1910, n° 1, p. 98).

— *Triage et emballage du crin végétal à Madagascar* (Agronomie col., nov. 1913, p. 150).

Raphia

Le produit commercial connu sous le nom de *raphia* provient presque exclusivement du *Raphia Ruffia* de Madagascar. Mais on a remarqué depuis longtemps qu'il existe deux qualités de raphia, le raphia clair et le raphia foncé. Sadebeck, en 1904, avait même pensé pouvoir distinguer deux espèces productrices, le *Raphia pedunculata (R. Ruffia)* qui donnerait la qualité claire et le *Raphia tamatavensis*, espèce nouvelle, qui fournirait la qualité foncée (2). Claverie, en 1907, s'était déjà élevé contre cette manière de voir (3). A son tour Beccari, en 1910, estime que les différences anatomiques constatées par Sadebeck et Claverie peuvent dépendre simplement des conditions locales dans lesquelles poussent les palmiers : climat plus ou moins humide, altitude plus ou moins grande (4). MM. Jumelle et Perrier de la Bâthie tranchent la question et pensent que sur le versant oriental, comme sur le versant occidental, l'espèce unique est le *Raphia Ruffia*, que certaines circonstances font seulement légèrement varier (5).

En Afrique occidentale, certaines espèces de *Raphia* peuvent donner des fibres analogues à celles du *Raphia Ruffia*, mais cepen-

(1) JUMELLE : *Les Palmiers à crin végétal de Madagascar* (C. R. Acad. Sc. Paris, T. 164, 11 Juin 1917, p. 921).

(2) SADEBECK : *Der helle und der dunkle Raphia bast von Madagascar* (Bot. Jahrb. v. Engler, Vol. XXXVI, 1905, p. 350).

(3) CLAVERIE : *Contribution à l'étude anatomique des Raphia de Madagascar* (Compt. rend. Acad. Sciences Paris, T. CXLIV, 1907, p. 510).

(4) BECCARI : *Le Palme del genere Raphia* (L'Agricoltura col., maggio-giugno 1910, pp. 154-159).

(5) JUMELLE et PERRIER DE LA BATHIE : *Palmiers de Madagascar* (Ann. du Mus. col. de Marseille, 1913, pp. 83, 87).

dant de qualité inférieure. La plus importante de ces espèces est le *Raphia vinifera*. Au Congo belge on connaît surtout le *Raphia Laurentii* Wild., et à la Côte d'Ivoire le *Raphia longiflora* Mann. et Wendl. (1).

Enfin, aux Philippines, on aurait obtenu avec le palmier *buri* (*Corypha elata*) un raphia supérieur au raphia malgache comme couleur, finesse et luisant, mais par contre moins résistant (2).

Voir encore sur le Raphia :

— Rouget : *Le Raphia en Afrique équatoriale française*. (Bull. de l'office col., n° 90, juin 1915, p. 273).

Comme autres palmiers textiles, sur lesquels ont paru des travaux intéressants, nous voudrions encore signaler le *palmier rondier* et le *Latanier du Sud-Annam*.

Les gaines fibreuses des feuilles de palmier rondier (*Arenga saccharifera*) donnent des fibres que l'on recherche actuellement en raison de leur résistance considérable à l'action de l'eau (3).

D'autre part, M. Lecomte (4) a signalé en Indo-Chine un palmier *cay-buong*, désigné par les Européens de la région sous le nom impropre de Latanier et qui en réalité est une espèce nouvelle de *Corypha*. Beccari en a fait le *Corypha Lecomtei* et Chevalier l'a dénommé *Corypha lævis* (Lour.) A. Chev. (5). On se sert des feuilles jeunes pour la préparation des paillotes blanches que l'on utilise pour la fabrication des nattes et des toiles à voiles.

(*à suivre*)

(1) *Raffia or Bass : its preparation, production and utilisation* (Bull. of the Imp. Inst., Vol. XV, n° 3, july-sept. 1917, p. 434).

— Tharin : *Note sur les peuplements de Raphia dans la région de Yanonghe* (*Province orientale*) *du Congo belge* (Bull. agr. du Congo belge, Vol. V, mars-juin 1915, p. 141).

(2) Saleeby : *Buri Raffia* (The Philippine Agric. Review, Vol. VI, n° 4, april 1913, p. 192).

(3) *Production de fibres de palmier rondier aux Indes Néerlandaises* (Handelsberichten. La Haye, 14 Nov. 1918) (D'après Inst. Intern. d'Agric., Bull. des rens. agricoles, juillet 1919, n° 887).

(4) Lecomte : *Un nouveau palmier utile de l'Indo-Chine* (Bull. de la Soc. Nat. d'acclimatation, n° 11, nov. 1916, p. 475).

(5) Catalogue jardin bot. Saïgon, mai 1919, p. 66.

— Bussy : *Le Latanier du Sud-Annam et sa fibre* (Bull. agricole de l'Institut scientif. de Saïgon, déc. 1919, n° 12, p. 377).

REVUE DES TRAVAUX

DE

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE

PUBLIÉS DANS LE COURS DES ANNÉES 1910-1919

2me Partie : MÉSOZOÏQUE

(du Trias au Wealdien inclus)

par **M. A. CARPENTIER**

(suite)

France. — Dans le département du Nord, à Féron-Glageon des argiles conservées dans des poches à la surface du terrain dévonien, nous ont fourni une flore qui présente des traits de ressemblance accentués avec la flore wealdienne de l'Allemagne du Nord, telle que les travaux de Dunker et de Schenk nous l'ont fait connaître. Le détail de cette flore intéressera la prochaine revue. Elle est en majeure partie constituée par des Fougères ou plantes filicoïdes, (*Gleichenites*, *Hausmannia dichotoma*, *Matonidium Gœpperti*, *Weichselia Mantelli*, *Sagenopteris Mantelli*, etc...) et des Conifères (*Sphenolepidium Kurrianum*, *Pityospermum...*) auxquelles il faut ajouter quelques genres de Cycadophytes (*Nilssonia*, *Tæniopteris...*)

Belgique. — Nous ne faisons que mentionner pour l'instant l'étude de M. Bommer sur le *Weichselia Mantelli* du Wealdien belge (1).

Suède. — La flore wealdienne s'est-elle développée en Scanie ? Question qui se pose à la lecture de la note de MM. Möller et Hal-

(1) C. Bommer : Contribution à l'étude du genre Weichselia (*Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique*, XLVII, p. 296 ; 1910).

le (1) sur la flore de Kurremölla (S. E. Scanie), que Nathorst considérait comme étant la plus récente des flores précrétacées de Scanie. La flore de Kurremölla, de l'avis de MM. Möller et Halle, a des rapports plus étroits avec la flore wealdienne qu'avec aucune autre flore. Des espèces des genres *Equisetites*, *Sagenopteris*, *Nilssonia*, *Elatides* sont très voisines d'espèces wealdiennes. Les paléobotanistes suédois soulignent ce fait, sans conclure définitivement à l'âge wealdien de la flore, qui pourrait appartenir au *Jurassique supérieur*, mais qui ne peut plus être désormais considérée comme liasique.

Spitzberg. — C'est une question très délicate que de déterminer exactement l'âge des lits à plantes qui se trouvent au Spitzberg (Advent Bay) dans des couches de transition du Portlandien au Crétacé (Valanginien-Aptien). Nathorst qui avait étudié en détail ces lits à végétaux, les considérait en 1897 comme appartenant au Jurassique supérieur un peu plus ancien que le Wealdien. Ce même savant est revenu plus récemment sur la question, après les études géologiques de M. Hoel, de Stolley et d'autres (2); il émet la même opinion qu'en 1897, mais dans un tableau d'ensemble de ces couches de passage (3), il considère les lits à plantes comme indiquant aussi bien le Wealdien que le Portlandien supérieur.

C'est de cet horizon élevé du Jurassique, à l'Est de l'Advent Bay, que proviennent les bois fossiles étudiés par M. Gothan (4) : l'*Anomaloxylon magnoradiatum* nov. gen., nov. sp. qui ne peut être attribué à aucune des familles de Conifères actuels; le *Protopiceoxylon extinctum* nov. gen. nov. sp., dont le bois normal offre des canaux résinifères ; le *Xenoxylon latiporosum*, à trachéides munies de grandes ponctuations sur leurs parois tangentielles.

(1) Hj. Möller and T. G. Halle : The fossil flora of South-Eastern Scania (*Arkiv för Botanik*. XIII, n° 7, pp. 19-45 ; pl. 2, part. 3-6 ; 1913.)

(2) A. G. Nathorst : Eine vorläufige Mitteilung von Prof. J. F. Pompeckj über die Altersfrage der Juraablagerungen Spitzbergens. (*Stockholm Geol. För. Förh.*, XXXII, 3, 1910). Beiträge zur Geologie der Bären-Insel, Spitzbergens und des König-Karl-Landes (*Bull. Geolog. Instit. Upsala*, X, pp. 363-369 ; 1910). — Die Pflanzenführenden Horizonte innerhalb der Grenzschichten der Jura und der Kreide Spitzbergens (*Geolog. För. Stockholm Förhandl.*, XXXV, Hft. 4, pp. 273-282 ; 1913).

(3) A. G. Nathorst, *op. cit.*, 1913, p. 281.

(4) W. Gothan ; Die fossilen Holzreste von Spitzbergen (*Kungl. Svenska Vetenskapsak, Handl.*, XLV, n° 8, pp. 11-39 ; pl. 1, fig. 9-11 ; pl. 2, fig. 2-8 ; pl. 3-6 ; 1910).

Des bois fossiles ont été recueillis également près du glacier d'Esmarks (Spitzberg). Plusieurs *Cedroxylon*, un nouveau genre g. *Thylloxylon*, ont été décrits par M. Gothan.

Amérique du Nord (Virginie, Maryland U. S.). — Dans le volume sur le *Lower Cretaceous*, édité par les soins du Service géologique du Maryland et paru en 1911, une étude descriptive et critique des plantes fossiles des formations dites du Potomac (Patuxent-Arundel, équivalent du Wealdien-Barrémien ; Patapsco = Albien), due à M. Berry (1), est intéressante pour le paléobotaniste et le géologue. Cette étude prouve une fois de plus la grande extension de l'aire de distribution de certaines espèces durant le Wealdien et les débuts du Crétacé et les résultats qu'on peut attendre de comparaisons entre les flores fossiles d'Amérique et d'Europe.

On ne donnera ici qu'un aperçu de cet important travail de M. Berry et l'on soulignera dans la suite de cette revue quelques-unes des remarques paléobotaniques relatives aux Filicales, aux Cycadophytes et Coniferales de la formation de Patuxent. Les Filicales et les Coniférales y sont particulièrement nombreuses.

Filicales. — Comme on le rappellera plus loin M. Berry a distrait quelques empreintes du genre *Baieropsis* pour les rattacher aux Schizéacées et fonder le nouveau genre *Schizæopsis*. Plusieurs des fougères que Fontaine avaient attribuées au genre *Acrostichopteris*, par suite de leurs rapports avec le genre *Ruffordia*, devront peut-être aussi prendre place parmi les Schizéacées.

Le *Ruffordia Gœpperti*, l'*Onychiopsis psilotoides* (*Sphenopteris Mantelli* Schenk), le *Cladophlebis Browniana* que Berry maintient distinct du *Cl. Ungeri*, le *Cl. Albertsii* sont communs au Patuxent et au Wealdien d'Europe. Les *Sagenopteris* du Patuxent offrent les mêmes formes de frondes que le *Sagenopteris Mantelli* d'Europe. Mêmes remarques pour les *Tæniopteris* (*Angiopteridium* de Fontaine) que M. Berry rapporte avec doute aux Marattiacées. Des empreintes filicoïdes que Fontaine attribuait à des Dicotylédones (*Acaciophyllum*) sont à ranger dans le genre *Thinnfeldia* et peuvent être des Gymnospermes.

Cycadophytes. — Ils sont représentés dans le Patuxent Formation

(1) E. W. Berry in Lower Cretaceous, pp. 214-508 ; pl. XXII-XCVII ; 15 ext-figs (*Maryland Geological Survey*, 1911).

par de nombreux *Cycadeoidea*, des *Zamites*, dont M. Berry réduit le nombre des espèces, exagéré par Fontaine et Ward. On y remarque des espèces identiques ou presque à celles du Wealdien d'Europe : le *Zamites (Dioonites) Buchianus*, le *Nilssonia oregonensis* voisin du *N. Schaumburgensis*.

Coniferales. — Parmi les plus abondantes dans la formation de Patuxent il y a lieu de signaler les empreintes de *Cephalotaxopsis* (Taxinées), de *Frenelopsis (Callitrinées)*, d'*Abietites*, de *Sequoia Reichenbachii*, de *Sphenolepidium sternbergianum* et de *Sph. kurrianum;* ces deux dernières espèces ou formes sont communes au Patuxent et au Wealdien d'Europe. Nous noterons particulièrement dans la partie de cette revue strictement botanique l'intérêt scientifique de certaines observations de M. Berry.

Amérique du Sud. — René Zeiller (1) a reconnu parmi les plantes fossiles recueillies par le Capitaine Berthon, au cours d'une mission au Pérou, non moins de huit espèces, dont trois nouvelles : le *Sphenopteris Berthoni*, l'*Otozamites Neumanni* et le *Cycadolepis* (?) *Bonnieri*, provenant du gisement de Caleta del Paraiso sur le littoral Nord de l'île San-Lorenzo. Les schistes du Piñonate, au Nord-Ouest du Lima, ont fourni, entre autres empreintes remarquables, des pennes fertiles d'un *Pecopteris (Klukia)* cf. *browniana* Dunker ; à ce *Pecopteris* fertile se trouve associé, à Piñonate, une plante très commune aux deux gisements et appartenant au genre *Weichselia*, voisine sans doute du *Weichselia reticulata* du Wealdien d'Europe, mais s'en distinguant par l'absence du limbe dans les portions fertiles des pennes. Il s'agit du *W. peruviana* Neumann, sp. Dans l'état actuel de nos connaissances, il a paru prudent à Zeiller d'attribuer les lits à plantes du Pérou au *Wealdien*, sans préciser davantage.

Pendant l'expédition (1907-1909) suédoise en Amérique du Sud, M. Halle (2) a eu l'occasion d'étudier des lits à végétaux fossiles en Patagonie, surtout dans une localité dite du Rio Fosiles au Nord de

(1) R. Zeiller : Sur quelques plantes wealdiennes du Pérou. *(C. R. Ac. Sc.*, CL, 6 juin 1910, pp. 1488-1490). — Sur quelques plantes wealdiennes recueillies au Pérou, par M. le Capitaine Berthon. *(Rev. Gén. Bot.*, XXV bis, pp. 647-671 ; 9 figures ; pl. XX et XXI., 1914).

(2) T. G. Halle : Some mesozoic plant-bearing deposits in Patagonia and Tierra del Fuego and their floras *(Kungl. Svenska Vetenskapsak. Handl.*, LI, n° 3, pp. 13-50 ; pl. I-V ; 1913).

la baie de Lancha. Si quelques espèces (*Cladophlebis australis Baiera* cf. *australis*, *Ptilophyllum acutifolium*) indiquent des affinités jurassiques, d'autres espèces (*Cladophlebis*, cf. *browniana*, *Sph. Gœpperti*) sont d'âge wealdien. Le genre *Nathorstia*, représenté par une nouvelle espèce, s'est développé de l'Urgonien au Cénomanien et sa présence ici plaiderait en faveur de l'âge infracrétacé de la flore. D'après M. Halle, la flore pourrait même être aptienne. Cependant l'absence de dicotylédones, l'association de quelques espèces du Gondwana supérieur avec des types wealdiens paraissent être des arguments de nature à faire considérer cette flore comme de transition entre le Jurassique et le Crétacé.

Nouvelle Zélande. — Quelques plantes fossiles, provenant du Waikato Heads (Ile Nord) ont été décrites et figurées par N. Arber (1) dans son travail d'ensemble sur les flores mésozoïques de Nouvelle-Zélande. Il y a un mélange de formes à affinités jurassiques (*Cladophlebis australis*, par exemple) avec des types plus récents (wealdiens ou crétaciques) ; le *Tæniopteris arctica*, entre autres, a été trouvé dans l'Urgonien du Groenland. N. Arber admet cependant l'âge néocomien de cette flore des Waikato Heads. De nouveaux documents paraissent nécessaires pour en fixer l'âge définitivement. Mais il est extrêmement intéressant de souligner la présence sur une même plaque schisteuse, en association avec le *Cladophlebis australis*, de fragments de feuilles de Dicotylédones. M. Laurent (2) qui les a examinés a pu reconnaître une nouvelle espèce du genre *Artocarpidium* Unger et a fait observer que dès cette époque lointaine le type de nervation des Artocarpacées apparaît déjà nettement caractérisé.

§ B. — Études spéciales des groupes de végétaux mésozoïques

a. *Ptéridophytes*

1. *Equisetales*

L'idée générale qui se dégage des études diverses sur les Équisétinées mésozoïques est celle de leur parenté avec les Calama-

(1) N. Arber : The earlier mesozoic floras of New Zealand (*New Zealand Geol. Surv. Palæont. Bull.*, n° 6, pp. 17-18 ; 25, 28, 32, 41, 44, 60 ; 1917).

(2) M. Laurent in N. Arber, *op. cit.*, 1917, pp. 61-64 ; pl. XIV.

riées paléozoïques. Dans un mémoire détaillé sur les Équisétales mésozoïques de Suède M. Halle (1) a même distingué sous le nom de *Neocalamites* un nouveau genre qui par la forme de ses feuilles ne laisse pas de rappeler les *Asterophyllites* ou les *Annularia* du Paléozoïque ; ces feuilles sont étroites et longues, libres dès la base, caractères qui les distinguent de celles du genre *Equisetum*. Ces Équisétinées étaient autrefois classées dans le genre *Schizoneura* de Schimper et Mougeot : *Sch. hoerensis* de l'Infralias de Hoer (Scanie), *Sch. Carrerei* Zeiller du Rhétien du Tonkin, *Sch. virginiensis* Fontaine du Trias de la Virginie (U. S.), où M. Berry a de plus signalé le *N. Knowltoni* à feuilles semblables à celles des *Annularia* (2).

Ces *Neocalamites*, de même que la plupart des *Equisetites* du Mésozoïque ancien, offrent une particularité qui les distingue des *Equisetum* : à la surface des moules internes, les sillons (correspondant aux faisceaux libéro-ligneux des entre-nœuds) sont plus nombreux que les cicatrices foliaires des nœuds.

Ajoutons que, d'après l'étude d'un moule interne d'*Equisetites* provenant du *Médiojurassique* du Turkestan, M. Seward (3) a pu se rendre compte de la structure de la tige de cet *Equisetites*, qui devait posséder, de même que les *Calamites* paléozoïques, des coins de bois secondaire séparés par des rayons médullaires.

Une observation de M. Halle mérite encore d'être signalée à notre point de vue : dans plusieurs épis d'*Equisetites* du Rhétien ou de l'Infralias de Scanie ce paléobotaniste a découvert des spores triradiées semblables à celles de certains *Calamostachys* du Paléozoïque.

2. *Lycopodiales*

Certains types de Lycopodinées arborescentes persistent dans le Trias, suivant les observations déjà mentionnées de Fliche.

Dans le Mésozoïque plus récent les empreintes de Lycopodinées

(1) Th. G. Halle : Zur Kenntnis der Mesozoischen Equisetales Schwedens (*Kungl. Svensk. Vetenskapsakademiens Handl.*, Bd. 43, n° 1, pp. 1-37 ; pl. 1-9, 1908).

(2) E. W. Berry : American Triassic Neocalamites (*The Botanical Gazette*, LIII, pp. 174-180 ; pl. XVII, 1912). — A restoration of Neocalamites (*American Journ. of. Science*, XLV, pp. 445-448 ; 2 figs. 1918).

(3) A. C. Seward, *op. cit. Mem. Comité géologique*. N. S. Livr. 38, pp. 17-19 ; pl. II, fig. 32.

sont rares. Celles qu'on a signalées ces dernières années appartiennent à de petites plantes herbacées et à feuilles dimorphes, qu'on peut tout aussi bien ranger parmi les sélaginelles que parmi les lycopodes. Tel le *Lycopodites gracilis* que MM. Seward et Sahni (1) ont reconnu dans le *Gondwana supérieur* de l'Inde ; tels le *L. Theilhardi* Seward (2) du Wealdien anglais et le *Selaginella marylandica* Fontaine de la *Formation de Patapsco* du Maryland U. S. (3).

Dans le Wealdien anglais M. Seward a pu décéler l'hétérosporie d'une lycopodinée herbacée et l'attribuer avec certitude au genre *Selaginellites* (4).

(A suivre)

(1) Seward and Sahni, *op. cit. Mem. Geol. Surv. India* N. S. VII, N° 1, p. 18, pl. VII, fig. 77, 1920.

(2) Seward in *Quart. Journ. Geol. Soc.*, LXIX, p. 86 ; pl. XI, figs. 2 a, 2 b ; 1913.

(3) Berry *Lower Cretaceous*, p. 307, pl. XLI, figs. 1, 2 (*Maryland Geol. Surv.*; 1911).

(4) Seward : A british fossil Selaginella (*The New Phytologist*, XII, N° 3, pp. 85-89, pl. 4, 1913).

CHRONIQUES ET NOUVELLES

L'Académie des Sciences a décerné le prix Rufz de Lavison pour 1923 à M. Nicolas.

*
* *

La Faculté des Sciences a décerné le prix Rufz de Lavison pour 1923 à M. Zaepffel pour son mémoire sur le Géotropisme.

*
* *

L'Académie des Sciences a accordé le prix de Coincy pour 1923 à M. Humbert pour son mémoire sur les Composées de Madagascar.

*
* *

Monsieur Guilliermond, Dr ès Sc., vient d'être nommé Chargé de cours à la Faculté des Sciences, en remplacement de M. P. Dangeard.

*
* *

Monsieur P. Beauverie, Professeur à la Faculté de Sciences de Clermont-Ferrand, vient d'être nommé Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon.

*
* *

Monsieur F. Moreau, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Nancy, vient d'être nommé Chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

*
* *

Monsieur Raybaud, Préparateur à la Faculté des Sciences de Marseille, vient d'être nommé Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Nancy.

*
* *

L'important herbier du botaniste Henri de Boissieu, de Varambon (Ain), décédé il y a quelques années, a été gracieusement offert par son fils, M. A. de Boissieu, à l'Institut Botanique de la Faculté des Sciences de Strasbourg.

Nemours. — Imp. André Lesot. *Le Gerant :* Jacques Lesot.

CONTRIBUTION A LA PHYSIOLOGIE
DE LA NUTRITION
DES PARASITES VÉGÉTAUX SUPÉRIEURS

par Théodor NICOLOFF

(Suite et fin)

Le potassium se comporte chez le parasite et l'hôte, comme le phosphore, seulement les différences sont plus sensibles et c'est toujours le parasite qui en bénéficie.

Dans la substance sèche le parasite contient 10 fois plus de potassium que son hôte. Les branches envahies sont d'environ 1/5 plus riche en potassium que le point voisin de l'implantation du gui. Pour les cendres, les différences ne sont pas tellement sensibles. Les cendres du parasite contiennent seulement trois ou quatre fois plus de potassium. Les branches du pommier prises au-dessous de l'enracinement ont des cendres plus riches en potassium que celles au-dessus de l'enracinement, contrairement à ce que nous avons dans la substance sèche des deux sortes ; cela est dû à la plus petite quantité de cendres dans les branches au-dessous des parasites. Les branches indemnes, qui fournissent une plus grande quantité de potassium dans la substance sèche, contiennent une quantité sensiblement inférieure de cet élément dans leurs cendres. Ce résultat s'explique par la présence d'une plus grande quantité de cendres dans les branches envahies.

Il résulte des chiffres pour le potassium et pour le phosphore dans les points envahis et dans les endroits non attaqués, qui ne diffèrent pas beaucoup, que la conclusion de Couneler, d'après laquelle les endroits attaqués seraient plus riches en ces éléments

que les points intacts, n'est pas confirmée par les analyses faites sur le pommier.

Cependant, et quoique dans une faible mesure, le mouvement de ces éléments dans les cendres se fait bien dans le sens indiqué par Couneler. Mais si l'on soumet ce résultat à la critique, on verra que cette augmentation du potassium et du phosphore dans les endroits envahis n'est qu'apparente. Ce qui importe, c'est la substance sèche, et la substance sèche des branches saines est plus riche en ces éléments. C'est ce qu'il fallait attendre de l'action du parasite, qui a épuisé une partie de ces éléments pour ses besoins et en a privé la substance sèche des parties attaquées.

La substance sèche des branches au-dessus et au-dessous du point attaqué ne diffère que très peu par sa teneur en potassium et en phosphore, et ces petites différences sont opposées pour les deux éléments. La quantité plus considérable de potassium et de phosphore dans les cendres au-dessous du parasite montre aussi l'extraction d'une plus grande quantité d'autres éléments des cendres décrues à cet endroit, qui sont de 19,13 °/₀₀, tandis que dans la substance sèche au point au-dessus elles sont de 27,87 °/₀₀.

Il y a bien moins de CaO dans la substance sèche et dans les cendres du parasite. Le parasite n'a pas besoin de plus grandes quantités de CaO.

Le point au-dessous du parasite contient moins de CaO dans la substance sèche, que la partie au-dessus du parasite, tandis que dans les branches intactes c'est le CaO qui est le plus abondant.

MgO mérite une attention toute particulière. Nous nous arrêterons plus longtemps sur ce corps, lorsque nous verrons ses variations dans les autres parasites afin de comparer les parasites à chlorophylle avec les parasites sans chlorophylle. Contentons-nous de signaler ici qu'il est en plus grande quantité dans la substance sèche du parasite que dans la plante nourricière, de même qu'il est abondant dans les cendres du parasite.

Loranthus europaeus sur le Chêne

Ainsi que nous l'avons signalé plus haut, les auteurs n'ont pas pris des organes susceptibles de comparaison pour donner la quantité des principaux éléments nutritifs chez le gui et ses hôtes.

Et même si les observations avaient été effectuées sur des branches et des feuilles de gui et des branches et des feuilles de la plante hospitalière, on n'aurait pas échappé l'erreur, vu la différence d'âge entre les feuilles mêmes du gui et celles de l'hôte ; on sait que les jeunes et les vieilles feuilles ne contiennent pas les mêmes quantités des différents éléments. Si nous prenions l'hôte sans feuilles et si nous enlevions les feuilles du gui, les matières ne pourraient pas non plus être comparées, car nous opérerions avec des branches de gui privé artificiellement de ses feuilles et par conséquent les branches n'auraient pas la même substance que les branches dont les feuilles sont tombées d'elles-mêmes lorsque les processus antérieurs à la chute des feuilles se sont accomplis d'une façon normale.

Afin d'écarter cette cause importante, qui rend impossibles les comparaisons, nous avons pris le *Loranthus europaeus* sans feuilles, au début du printemps. Le parasite avait été cueilli sur un chêne dans le village de Memischli, département de Doïran en 1916. Les branches de *Loranthus* étaient, à la base, d'une épaisseur d'un centimètre et demi à peu près ; les branches du chêne avaient la même grosseur. Pour comparer nous avons pris aussi une branche du même chêne, non attaquée par le Loranthus ; à la base de la branche qui portait ce petit rameau intact il n'y avait pas un seul Loranthus. Les résultats des analyses sont les suivants :

TABLEAU II

Loranthus sur Chêne

	NOM DE LA PLANTE	DANS 1000 P. DE SUBSTANCE ABSOLUMENT SÈCHE ON TROUVE						DANS 100 P. DE CENDRES ON TROUVE			
		Cendres	N	P_2O_5	K_2O_5	CaO	MgO	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
1	*Loranthus europaeus*	28.20	13.88	3.30	8.57	5.47	2.11	11.7	30.4	19.4	7.5
2.	Branches au-dessus du point envahi...	51.82	8.65	3.52	3.32	26.52	1.92	6.8	6.4	51.1	3.7
3.	Branches indemnes du même chêne....	62.70	8.89	2.88	2.76	27.69	1.13	4.6	4.4	44.16	1.8

Il y a dans le parasite (premier groupe vertical) dans le cas présent, contrairement à ce que nous avons pour le *Viscum*, beaucoup moins de cendres que dans le chêne envahi. Quels que fussent les résultats d'analyses plus nombreuses sur de pareils parasites, cette analyse établit que même dans deux parasites tellement proches au point de vue biologique et systématique, la quantité des cendres est fort variable. Pour le *Loranthus*, les parties du chêne où s'est incrusté l'envahisseur, sont sensiblement moins riches en cendres que les branches intactes.

L'azote chez le parasite est en plus grande quantité que dans la plante attaquée, mais dans ce cas nous sommes loin des différences constatées dans le gui et son hôte. C'est aussi un cas d'épuisement de la plante hospitalière au profit du parasite. Le point attaqué du chêne contient moins d'azote que les branches saines, sans que la différence soit sensible.

Le phosphore chez le parasite et chez l'hôte est à peu près en égale quantité. Ceci résulte des calculs de sa substance sèche. La présence de cet élément en plus grande quantité dans les cendres du parasite (presque deux ou trois fois) que dans les cendres de la plante nourricière, ne prouve pas que le parasite le possède en plus grande quantité que son hôte.

En comparant les chiffres que donne le phosphore dans la substance sèche et dans les cendres du parasite et de l'hôte, avec la quantité générale des cendres dans le *Loranthus* et le chêne, on comprend pourquoi le tant pour cent du phosphore augmente dans les cendres du parasite Malgré la petite quantité de cendres que le parasite a absorbée, il a acquis la quantité de phosphore qui lui était indispensable.

On trouve presque 3 fois plus de potassium chez le parasite que chez l'hôte On le constate dans la substance sèche ; grâce à la plus petite quantité de cendres dans la substance sèche du parasite, le pourcentage du potassium dans les cendres du parasite augmente encore plus. Les points du chêne contaminés par le *Loranthus* contiennent un peu plus de potassium et de phosphore que les endroits indemnes ; la différence pourtant n'est pas sensible.

Le calcium et le magnésium chez le gui comme chez son hôte varient en sens contraire dans la substance absolument sèche ainsi que dans les cendres. Chez ces deux parasites la quantité de CaO est

beaucoup plus petite que chez leurs hôtes. Cela prouve que dans le choix des aliments les parasites abandonnent le Ca, pour se procurer des aliments plus nécessaires. Le contraire a lieu pour le magnésium : chez le parasite, soit le gui, soit le *Loranthus*, il est en quantité plus importante que chez les hôtes; mais les différences entre le parasite et l'hôte ne sont pas aussi sensibles pour le Mg que pour le Ca. En comparant la substance des branches attaquées avec celle des branches intactes, on remarque qu'il y a un peu moins de Ca dans la substance sèche des endroits malades et beaucoup plus dans leurs cendres. La première ligne verticale du tableau en fournira l'explication. Il y a plus de Mg dans la substance sèche et dans les cendres de l'endroit attaqué, que dans les branches saines.

B. LES PARASITES SANS CHLOROPHYLLE

On peut supposer que la conduite des parasites envers leurs hôtes trouverait son expression la plus typique dans les cas de parasitisme complet, lorsque le parasite ne peut prendre sa nourriture ailleurs que chez la plante qui le porte. Nous avons pris comme représentants des parasites sans chlorophylle l'*Orobanche ramosa* sur le tabac, la *Cuscuta europea* sur le *Sambucus Ebulus*.

Orobanche ramosa sur le Tabac

La matière pour les analyses du tabac et de son parasite l'Orobanche a été cueillie dans le village de Moursalevo, situé entre Doupnitza et Gorna-Djoumaïa. Le N° 2 du tableau donne l'analyse du tabac sur lequel a été cueilli l'Orobanche N° 1. Les feuilles du tabac avaient été cueillies déjà par les propriétaires, la moitié de la tige, qui comptait de 20 à 22 feuilles, en était dépouillée. De même pour le N° 3 on a pris du tabac de Moursalevo du même champ qui avait fourni les tiges pour le N° 2 et non loin d'elles. Les tiges libres d'Orobanche étaient également dépouillées jusqu'à la moitié. Sur le N° 2 l'Orobanche était développé en assez grande quantité ; le N° 3 n'en avait pas ; néanmoins, les racines du tabac présentaient des enflures comme dans le commencement du développement du parasite. Les trois numéros ont été cueillis le 19 septembre 1919. L'analyse en donna les résultats indiqués dans le tableau III.

TABLEAU III

Orobanche sur le Tabac

	NOM DE LA PLANTE	DANS 1000 P. DE SUBSTANCE ABSOLUMENT SÈCHE ON TROUVE						DANS 100 P. DE CENDRES ON TROUVE			
		N	Cendres	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
1	Orobanche sur Tabac	15.8	93.4	6.07	34.74	1.3	1.8	6.5	37.2	1.4	2.0
2.	Tabac envahi par l'orobanche.........	21.6	162.5	3.56	29.6	33.16	8.31	2.2	18.2	20.4	5.11
3.	Tabac non attaqué...	21.77	167.4	5.36	38.0	23.9	7.03	3.2	22.7	14.3	4.2

L'azote qui, chez les deux parasites à chlorophylle dont nous avons parlé ci-dessus, était en plus grande quantité que chez leurs hôtes, est dans l'Orobanche, quoique assez abondant, néanmoins plus rare que dans le tabac. Ceci est sans doute dû à ce que le tabac est en général riche en azote et peut satisfaire le parasite sans s'épuiser lui-même. Entre la plante envahie et la plante saine il n'y a pas de différence sensible au point de vue de l'azote.

Le parasite a beaucoup moins de cendres que l'hôte, qu'il soit attaqué ou non ; la différence au point de vue des cendres que représentent ces derniers est insignifiante.

Il n'en est pas de même de tous les autres aliments minéraux du tableau. Le parasite a beaucoup plus de phosphore que les hôtes. La plante attaquée diffère de la plante saine ; la première a perdu une assez grande quantité de phosphore qui est allé renforcer la quantité du phosphore chez le parasite en épuisant l'hôte. Ces différences de phosphore sont visibles dans les chiffres de la substance absolument sèche aussi bien que dans ceux des cendres.

On trouve une grande quantité de potassium dans le parasite. Si l'on ne trouve pas une grande différence entre les quantités de potassium dans la substance sèche du parasite et la même substance de la plante hospitalière, c'est évidemment parce que cette dernière est fort riche en potassium. La tendance du parasite à absorber une grande quantité de potassium est démontrée par le rapport du

potassium dans les cendres du parasite et dans celles de l'hôte : dans les cendres du parasite il y a presque deux fois plus de potassium que dans celles de l'hôte. Et cela prouve que, lorsque le parasite absorbe moins de cendres qu'il n'y a chez l'hôte, comme c'est le cas de l'orobanche sur le tabac, le parasite possède la faculté élective d'absorber beaucoup plus de potassium que d'autres aliments minéraux. Les plantes envahies sont beaucoup plus pauvres en potassium que les plantes saines ; la différence est au bénéfice du parasite.

Tout autres sont les rapports du Calcium et du Magnésium. La quantité de calcium chez le parasite est au moins vingt fois plus petites chez le parasite que chez l'hôte. En absorbant le calcium, le parasite a emprunté seulement la quantité qui lui est indispensable pour son développement en prenant, au lieu du calcium, des éléments nutritifs plus substantiels. Par ces résultats, les parasites prouvent une fois de plus que cet élément, nécessaire au développement des plantes supérieures, n'est indispensable qu'en petites quantités et que, s'il se trouve accumulé dans certaines plantes et dans certains organes, ce n'est pas pour répondre aux besoins de la plante, mais pour des causes de tout autre ordre. La plante attaquée a dans la substance sèche plus de CaO que la plante intacte, ce qui s'explique par le fait qu'en faisant le choix de sa nourriture le parasite abandonnait le calcium, pour se procurer des aliments plus précieux, tels que le phosphore, le potassium, etc.

Le Magnésium, qui, dans le *Viscum Album* et dans le *Loranthus*, manifeste dans le parasite et dans l'hôte un mouvement dans le sens inverse de celui du calcium, a dans l'orobanche et son hôte, un mouvement parallèle à celui du Ca. Dans la substance sèche de l'*Orobanche* il est seulement de 1,8 pour mille, et dans l'hôte attaqué, de 8,31 °/₀₀. Dans les cendres du parasite il y a 2,0 °/₀ de ce corps ; dans celles de l'hôte attaqué 5,11 °/₀. Les différences entre les quantités de magnésium dans la substance sèche et dans les cendres de l'hôte attaqué et non attaqué sont les mêmes que pour le calcium. Lorsque l'hôte envahi a dans la substance sèche 8,31 °/₀₀, et dans ses cendres 5,11 °/₀ de MgO, la substance sèche et les cendres de l'hôte sain ont respectivement 7,03 °/₀₀ et 4,5 °/₀. On peut dire en général que, quoique le Ca et le Mg se trouvent en différentes quantités dans la substance sèche et dans les cendres du tabac malade

et du tabac sain, ils varient quantitativement dans le même sens de la plante envahie à la plante intacte.

Cuscuta europaea sur *Sambucus Ebulus*

Le parasite et le *Sambucus* ont été cueillis le 29 juillet 1917, dans le village de Troiatsi, arrondissement de Prilep. Les fleurs de la *Cuscuta* étaient déjà presques flétries. Dans le n° 2 nous avons des fleurs du *Sambucus* avec quelques feuilles enveloppées par le parasite.

Nous avons pris des fleurs de *Sambucus* avec peu de feuilles, car la Cuscute était aussi en fleurs. Les résultats des analyses sont exposés dans le tableau IV.

TABLEAU IV

Cuscuta sur *Sambucus*

	NOM DE LA PLANTE	DANS 1000 P. DE SUBSTANCE ABSOLUMENT SÈCHE						DANS 100 P. DE CENDRES IL Y A			
		N	Cendres	P_2O_5	K^2O	CaO	MgO	P^2O_5	K_2O	CaO	MgO
1.	*Cuscuta europaea*.	20.03	51.37	7.9	26.56	0.68	2.1	15.4	51.7	1.3	4.1
2	*Sambucus* envahi par la *Cuscuta*...	21.36	96.9	4.85	15.12	28.31	11.15	5.0	15.6	29.2	11.50

Ici comme dans l'Orobanche, l'azote, sans être assez abondant, l'est cependant moins que dans la plante envahie. Les cendres dans la substance sèche de la Cuscute sont presque deux fois plus abondantes que dans le *Sambucus ;* il en était de même chez l'Orobanche. Ce n'est pas qu'il y ait peu de cendres chez les parasites, mais c'est chez les hôtes au contraire qu'il y en a beaucoup.

Le phosphore suit la règle générale. Dans la substance sèche du parasite il est presque deux fois plus abondant et dans les cendres trois fois plus abondant que chez l'hôte.

Le potassium du parasite et de la plante envahie suit dans la

substance sèche et dans les cendres le même mouvement que le phosphore.

Le calcium et le Mg varient dans le même sens dans le parasite et l'hôte, comme dans l'*Orobanche*, et contrairement à ce que nous avions chez les parasites à chlorophylle tels que le *Viscum* et le *Loranthus*. La Cuscute offre de très grandes différences dans la teneur en Ca entre le parasite et l'hôte dans la substance sèche comme dans les cendres. Tandis que la substance sèche de *Sambucus* compte 28,31 °/₀₀ de CaO, celle du parasite n'en a que 0,68 °/₀₀ ; le rapport du CaO dans les cendres de l'hôte et dans celles du parasite est comme 29,2 à 1,3.

Le Magnésium, comme nous avons dit, varie dans le même sens que le Ca ; seulement les différences ne sont pas aussi sensibles, ainsi qu'il résulte du dernier groupe vertical du tableau. Il faut considérer encore que dans l'Orobanche et la Cuscute le Mg varie chez le parasite et chez l'hôte, comme le Ca, contrairement à ce qui a lieu dans le *Viscum* et le *Loranthus* ; dans les exemples que nous venons d'étudier les parasites à chrorophylle ont plus de Mg que leurs hôtes, tandis que chez les parasites sans chlorophylle on constate le contraire : les hôtes sont plus riches en Mg.

RECHERCHES

SUR

LE GAMÉTOPHYTE DES MARCHANTIÉES

par Ch. DOUIN

III. — LE THALLE STÉRILE DES MARCHANTIÉES DÉVELOPPEMENT BASILAIRE DES FEUILLES ET AUTRES ORGANES LATÉRAUX CHEZ LES MUSCINÉES

(*suite et fin*)

d) *Exemples montrant l'impossibilité d'une initiale terminale.*

La feuille du *Diplophyllum albicans* possède 2 lobes inégaux réunis par une base commune ; il en est de même chez l'*Anthelia julacea* Dum. dont les lobes sont à peu près égaux.

La feuille du *Lophozia barbata* possède 3 ou 4 lobes qui sont réunis à leur base par une lame commune comme dans le cas précédent.

Je vais examiner les diverses hypothèses que l'on peut faire pour expliquer le développement de ces sortes de feuilles. Quelle que soit l'hypothèse adoptée (initiale terminale ou initiales basilaires), il faut forcément admettre au moins une cellule faisant saillie hors de la tige. D'ailleurs, l'existence de telles cellules a été maintes fois constatée : C. Müller (1) en a dessiné de très nettes chez le *Fontinalis*, je l'ai fait moi-même (2) pour le *Cephaloziella* ; enfin, Nägeli déclare en avoir vu chez le *Sphagnum* (3) et Schimper (4) en a figuré dans une des planches de son travail.

(1) Müller C. : *Die Pflanzenfamilien*, Musci, p. 172, fig. A.

(2) Douin Ch. : *Les Var. du Gam.*, loc. cit., fig. 24, 94 et 95.

(3) Nägeli C. : *Wachsthumsgeschichte der Laub und Lebermoose* (d'après Pottier, p. 5).

(4) Schimper W. loc. cit., pl. III.

Il y a donc bien des cellules faisant saillie hors de la tige, comme le dit Schleiden ; mais, ce n'est pas une cellule superficielle, incluse dans la tige qui sort de cette tige, *puisque ce ne pourrait avoir lieu sans déchirure.* Par suite, il faut donc *que la paroi externe d'une cellule superficielle de la tige fasse saillie au dehors* et cette saillie s'isole de la partie interne par une cloison transversale, comme cela se passe dans certains bourgeonnements (propagules des Hépatiques, poils chlorophylleux des chambres aérifères chez les Marchantiées). Or, les 2 caractères précédents (*faire saillie au dehors et se séparer de la saillie par une cloison transversale*) sont précisément les caractères de l'initiale basilaire et du développement basilaire que j'ai exposés précédemment. Quoi qu'il en soit, la feuille débute généralement par 2 cellules, l'une externe et l'autre interne ; *forcément, l'une de ces 2 cellules est l'initiale.* Les auteurs affirment que c'est la cellule externe qui est initiale terminale, tandis que je soutiens que c'est l'interne qui est initiale basilaire. La question se trouve ainsi nettement posée, et on ne pourra faire, pour expliquer la formation des feuilles 2-4 lobées indiquées plus haut, que les 3 suppositions suivantes : 1° une initiale terminale se bifurquant 1-2 fois pour former les lobes ; 2° une initiale terminale pour chaque lobe ; et 3° un développement basilaire pour toute la feuille.

1° Une seule initiale terminale. — S'il n'y avait qu'une seule initiale terminale se bifurquant pour former les lobes, *la base de la feuille devrait se former la première* et on trouverait au sommet de la tige, de jeunes feuilles plus ou moins larges et non lobées, ce qui ne se voit jamais ; au contraire, l'observation montre que la feuille débute par des cellules *isolées* et saillantes à la surface et au sommet de la tige, comme je l'ai constaté maintes fois chez le *Cephaloziella*, ce qui revient à dire que *les lobes sont formés les premiers.* L'hypothèse ci-dessus n'est donc pas admissible.

2° Une initiale terminale pour chaque lobe. — Ce cas est, je crois, celui qui est admis par tous les auteurs actuels ; et il faut autant d'initiales que de lobes, *grands ou petits.* Je vais examiner le développement d'un de ces lobes.

Une initiale terminale, d'après son mode de fonctionnement, donne toujours un organe saillant ; et, s'il s'agit d'une initiale *aux débuts de son fonctionnement*, l'organe formé commence toujours

par une partie étroite (rameaux, appareils ♂ et ♀ pédonculés des Marchantiées, pousses ventrales, etc.) ; il ne tient à l'organe qui lui a donné naissance que par les cellules de la première série des segmentations de l'initiale. S'il s'agit d'une feuille d'Hépatique, l'initiale, au dire des auteurs, se segmentera sur ses 2 faces latérales ou seulement à sa base comme l'indiquent les 2 figures hypothétiques 106 bis et 107 bis. Or, comment cette cellule ou ces 2 cellules basilaires arriveront-elles à se solidariser avec celles de la tige de façon à former cette large insertion que l'on voit sur la plupart des feuilles ? Je n'hésite pas à dire que c'est impossible puisque, pour cela, il faudrait que la tige, organe principal, fût sous la dépendance étroite de la feuille, organe secondaire.

S'il y a plusieurs initiales, comme dans les feuilles lobées, *ces initiales*, d'après les lois de la coalescence des tissus, *donneront des organes non soudés et rien d'autre*. Mais alors comment se formera la partie basilaire des feuilles ? — Aucune réponse n'est possible avec l'hypothèse des initiales terminales, puisque le développement intercalaire ne peut donner des tissus entièrement nouveaux. L'anomalie signalée par Pottier (1) et dont il sera question plus loin rentre précisément dans ce cas ; or, comme il ne saurait y avoir 2 modes de développements différents pour les feuilles d'une même espèce, si le développement intercalaire ne peut donner la base d'une feuille bilobée d'*Andreæa*, il ne donnera pas davantage la base des feuilles normales. Dans les feuilles lobées, si les diverses initiales donnaient la base des feuilles, les diverses parties devraient se souder par le contact, ce qui n'a jamais lieu. Cependant, même en supposant que ce fût possible, *comment les lobes de la feuille et leur base accrue arriveraient-ils à se placer exactement dans le même plan ?* — Les auteurs seraient fort embarrassés pour justifier une telle impossibilité.

Les anomalies sont toujours instructives ; et, pour forcer la conviction, je citerai les 2 suivantes chez le *Cephaloziella*. La feuille anormale (fig. 109) du *C. grimsulana* (du Grimsel, leg. Culmann) présente 4 pointes ; donc 4 initiales terminales, d'après les auteurs :

(1) POTTIER J. : *La parenté des Andreæacées et des Hépatiques et un cas tératologique qui la confirme*, (Bull. du Museum d'Hist. nat. 1920, p. 340.)

l'une *a'* a donné le petit lobe *a* jusqu'à la ligne *e* ; la deuxième *b'* a formé le grand lobe *b* jusqu'à ligne *f;* la troisième *c'* n'a donné qu'une cellule à sa base et la quatrième *d* n'a rien donné du tout d'après les lois de la coalescence des tissus. La fig. 108 représente une feuille typique du *C. carnutensis* pourvue de 2 grands lobes terminés chacun par 2 lobes rudimentaires ; il y aura donc encore 4 initiales terminales : les 3 initiales *a, b* et *d* n'ont rien donné du tout ; et la quatrième *c* n'a donné qu'une seule cellule à sa base.

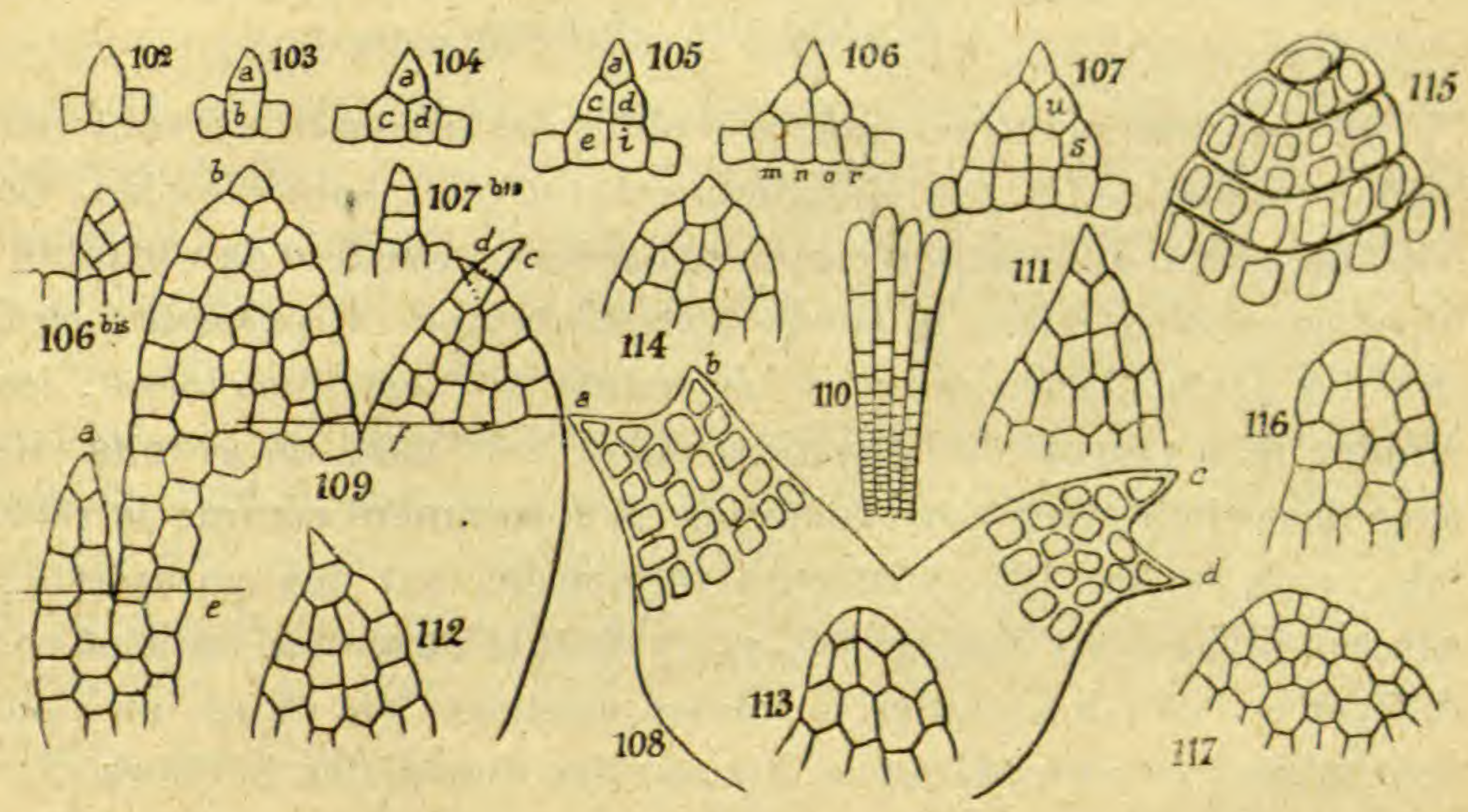


Fig. 102 à 107. — Formation des organes latéraux.

Par suite, de toute la feuille, les 4 initiales n'auraient donné en tout et pour tout qu'une seule cellule. Une telle absurdité montre nettement la fausseté de l'hypothèse. Quant la Nature crée une initiale, c'est dans un but bien déterminé ; et ce but, sauf dans les cas de force majeure, est toujours atteint.

D'ailleurs, si une feuille d'Hépatique avait un développement terminal, il en serait de même des organes ayant une origine foliaire, comme l'involucre et le périanthe. Or, comment pourrait-on expliquer la formation du périanthe du *C. pulchella* dont une petite partie est représentée sur la fig. 110? Il faudrait admettre autant d'initiales terminales que de files longitudinales de cellules, ce qui n'est pas admissible, puisque ce périanthe correspond à 3 feuilles.

Si l'on examine de jeunes involucres du *Riella* ou du *Sphærocarpus*, on voit qu'ils sont aussi formés de files très régulières de

cellules d'un bout à l'autre; par suite, leur développement ne peut se comprendre avec une ou des initiales terminales.

En résumé, cette deuxième hypothèse d'une initiale terminale chez les feuilles n'est pas plus admissible que la première.

3° Développement basilaire. — Il ne reste plus que le développement basilaire (car on ne peut faire d'autre supposition) appliqué à *toute* la feuille, *développement qui explique facilement, comme on le verra, toutes les particularités des feuilles.*

c) *Feuille des Mousses*

On objectera peut-être que les feuilles des Mousses ne sont pas lobées comme celles des Hépatiques et qu'elles sont simples. Ce n'est pas exact, attendu que certaines espèces possèdent de véritable lobes ou lobules. Ainsi, le *Tayloria laciniata* Spr. (1) possède 4 ou 5 grandes dents aiguës qui sont en réalité de véritables lobes ; les feuilles de la plupart des *Thyidium* ont à leur base de grands cils avec des cellules basilaires spéciales (2) absolument comme le petit lobe *a* de la fig. 109 ; plusieurs Hypnacées ont des paraphylles souvent divisées en lanières filiformes dont la formation ne peut pas différer de celle des feuilles normales voisines ; en outre, on peut rencontrer, chez les Mousses, des feuilles anormales bilobées (3) : telle est l'anomalie signalée par Pottier consistant en une feuille à 2 lobes un peu inégaux. Evidemment, on ne peut expliquer la formation de cette feuille qu'au moyen des 3 hypothèses envisagées plus haut ; le raisonnement qui s'y applique est exactement le même, et le développement basilaire, seul possible, rend d'ailleurs très facilement compte de la forme de cette feuille anormale. Mais, si cette feuille est due à un développement basilaire, il me semble impossible de ne pas admettre que les feuilles normales se développent aussi de la même façon.

Comme conclusion de ce qui précède, ont peut formuler, chez les Muscinées, le *principe d* suivant : *Tout organe latéral et lobé est à développement basilaire.*

(1) Brotherus, in Engler et Prantl : *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, I, fig. 354, p. 500

(2) Husnot T. : *Musc. gallica*, T. Blandowii, pl. LXXXIX, fig. 2.

(3) Pottier J. : *La parenté des Andréacées* etc. loc. cit.
— Győrffy I. : *Teratologia bryologica*, (Botanikai Zeitschrift 1916, p. 45-58).

Démonstration directe. — Pour terminer, je vais indiquer une expérience décisive fort simple à réaliser. Plusieurs de mes cultures s'étaient trouvées envahies par le *Funaria hygrometrica* et par une autre Mousse du genre *Bryum* qui s'y étaient développés d'une façon véritablement luxuriante. J'ai coloré, le 20 mai 1922, vers 2 heures de l'après-midi, avec de l'encre étendue d'eau, 6 tiges stériles de chacune des 2 espèces ; naturellement je ne les ai plus arrosées en dessus pour ne pas les décolorer. Au bout d'une heure et demie, après dessiccation de la partie colorée, 2 exemplaires examinés montraient une tige et des feuilles *entièrement noirâtres*; mais le lendemain, vu la chaleur très forte, le résultat de mon expérience était bien celui que je prévoyais : *un petit liseré vert se montrait à la base des feuilles supérieures.* Le 23 mai, j'ai examiné très attentivement 2 tiges de chacune des 2 espèces en expérience et voici les observations que j'ai faites. A une certaine distance du sommet, il y avait des feuilles *entièrement noirâtres :* c'étaient les feuilles dont la croissance était terminée ou à peu près ; plus haut, les feuilles suivantes montraient 2 parties très distinctes par la différence de coloration, *vertes à la base et noirâtres pour le reste.* La séparation, sur chaque feuille, était marquée par une ligne transversale très tranchée.

La partie verte représentait donc un tissu *entièrement nouveau*, puisque, au début, la partie noirâtre de chaque feuille *touchait la tige ;* elle n'a pas été formée par le développement intercalaire, puisque ce dernier ne fait qu'agrandir des tissus *déjà existants ;* elle n'a pas pu non plus être formée par l'initiale terminale supposée de la feuille, puisque toute la partie supérieure de cette feuille n'a pas changé. Il ne reste plus qu'une seule hypothèse : c'est que *la partie verte est bien sortie de la tige et qu'elle est due aux initiales basilaires de cette tige.*

f) *Autres organes latéraux.*

Il me reste à montrer que les autres organes latéraux des thalles et des tiges ont aussi un développement basilaire.

Périanthe. — Le périanthe des Hépatiques à feuilles est regardé par tout le monde comme formé de feuilles modifiées ; en un mot, il a une origine foliaire. Dans certains périanthes (*Lophocolea*), cela

se voit très nettement ; et, comme il est invraisemblable d'admettre 2 origines différentes pour le même organe, si le périanthe du *Lophocolea* est formé de feuilles soudées, il en sera de même pour le périanthe de tous les autres genres. Par suite, son développement sera forcément le même que celui des feuilles. Or, dans certains périanthes, chez les *Cephaloziella* notamment, les cellules sont très souvent disposées en files longitudinales nettes d'un bout à l'autre. L'hypothèse de 5 ou 6 initiales correspondant aux 3 feuilles, qui ont dû composer ce périanthe, est absolument impuissante à expliquer sa formation. Il faudrait pour cela autant d'initiales terminales que de files de cellules, comme je l'ai déjà dit. Au contraire, le développement basilaire explique la formation de ce périanthe (fig. 110) avec la plus grande simplicité. Il y a bien autant d'initiales que de files de cellules, mais ce sont des initiales basilaires. Quand la sécheresse survient assez brusquement, les cellules supérieures du périanthe se dessèchent et meurent, *ce qui n'empêche pas le périanthe de continuer à se développer par sa base*. Cette simple observation détruit immédiatement toute idée d'initiale terminale. C'est une observation identique à celle de Pottier signalée précédemment à propos d'une feuille de Mousse.

De plus, certains périanthes (*Cephalozia connivens* par exemple) sont lobés ; et, d'après le *principe d*, leur développement est basilaire. Bien entendu, si le périanthe du *C. connivens* a un développement basilaire, il en sera de même de tous les autres périanthes.

Enfin, pour terminer, un dernier argument tiré d'une anomalie. Müller, dans sa flore, signale et dessine un périanthe du *Chiloscyphus pallescens* (1) portant des archégones stériles dans sa partie inférieure. Si le périanthe avait un développement terminal, les archégones, nés au sommet de la tige, *resteraient sur la tige* ; si donc ils sont sur le périanthe, c'est que les cellules de ce dernier, primitivement sur la tige, ont été portées en dehors en entraînant avec elles les cellules de la tige portant les archégones qui leur étaient soudés ; ou autrement dit, le périanthe a un développement basilaire.

Les périanthes des Marchantiées naissent exactement comme ceux des Hépatiques à feuilles : ils sont formés de même *par une série d'initiales secondaires détachées de l'initiale terminale du thalle*

(1) Muller K., loc. cit., fig. 357, p. 827.

ou de la tige, comme je l'établirai prochainement ; ils se développeront donc de la même façon.

Involucres. — Les involucres des *Lunularia*, *Peltolepis* et *Sauteria* sont exactement comparables aux périanthes des Hépatiques, puisqu'ils sont formés identiquement par la même série d'initiales secondaires ; et là encore, c'est le développement basilaire qui produit ces organes.

Les involucres des Mousses et des Hépatiques étant formés par des feuilles se développeront forcément comme ces derniers organes.

L'involucre des Marchantiées Rayonnées est encore formé comme celui des *Lunularia* et *Peltolepis* ; seulement, il n'est composé que par 3 initiales secondaires au lieu de 4 ; il sera donc aussi à développement basilaire. D'ailleurs, on peut encore le montrer d'une autre façon. Dans le *M. polymorpha*, la partie libre de l'involucre possède de grands lobes fortement dentés et même ciliés. Si le développement n'était pas basilaire, il faudrait, comme on l'a vu, autant d'initiales que de lobes ou même de cils, ce qui est inadmissible pour les mêmes raisons que dans les feuilles lobées des Hépatiques. Si donc l'involucre du *Marchantia* est à développement basilaire, il en sera de même des involucres des genres *Preissia*, *Reboulia*, *Grimaldia*, etc. qui n'en sont pas différents ou très peu.

Dans les Marchantiées Inférieures, les involucres étant formés par des thalles seront à développement terminal ; et, de ce fait, ils se trouvent exclus de ce chapitre.

Corbeilles à propagules. — La corbeille du *Marchantia* se termine par de grands lobes triangulaires dentés comme l'involucre du même genre ; par suite, et pour les mêmes raisons, le développement sera basilaire. Par analogie, il en sera de même pour le rebord en croissant de lune de la corbeille du *Lunularia*.

Ecailles. — Les écailles ventrales se terminent souvent par 2 appendices ; cela suffit *(principe d)* pour affirmer le développement basilaire. Restent les écailles simples ; celles-ci sont d'une nature tellement identique aux précédentes qu'elles ne peuvent pas avoir un développement différent. Il y a la même différence entre ces 2 sortes d'écailles qu'entre une feuille simple et une feuille bilobée dont les développements sont identiques.

Collerette. — Les écailles qui composent la collerette des Mar-

chantiées, du *Reboulia* par exemple, sont toutes réunies par une base commune ; et, de ce fait, *(principe d)* le développement est encore basilaire.

Archégones et anthéridies. — Les archégones stériles que l'on voit communément *sur la coiffe* de beaucoup d'Hépatiques sont aussi la preuve du développement basilaire de cette coiffe et par suite de l'archégone correspondant. Le raisonnement qui le prouve est identique à celui concernant les archégones emportés par le périanthe (voy. précédemment l'anomalie signalée par Müller). Il n'est pas douteux que les anthéridies se développent comme les archégones par des initiales basilaires.

Ici encore, on pourrait montrer, à l'aide d'expériences appropriées, le développement basilaire des organes précédents : c'est ce que j'ai fait notamment pour la corbeille à propagules du *Marchantia.*

J'ai coloré en noir de très jeunes corbeilles à peu près réduites à leurs lobes dentés ainsi que le thalle stérile voisin ; et, au bout de quelques jours, on voyait nettement *la partie basilaire verte* des corbeilles *intercalée entre le thalle noirâtre et les lobes de même couleur* : d'où forcément un développement basilaire.

En résumé, le raisonnement et l'expérience sont en accord parfait pour affirmer que *tous les organes latéraux des tiges et des thalles* (feuilles, involucres, périanthes, écailles, etc.) *sont dus au développement basilaire.*

g) *Comment se fait le développement basilaire*

Tout le monde parle du développement basilaire, mais je ne vois personne indiquer comment il se fait. Il ne faut pas oublier que *le développement basilaire d'un organe se fait parallèlement et solidairement avec celui du thalle ou de la tige qui contient les initiales basilaires* ; qu'il n'a lieu par conséquent que sur les thalles et tiges jeunes, et qu'il cesse vite quand le développement de ces derniers organes est terminé ou arrêté dans la région où se fait le développement basilaire, et le phénomène peut être assez aisément constaté sur les thalles et tiges jeunes. Je vais donner 2 exemples auxquels tous les autres pourront se rattacher facilement.

1° *Corbeille du M. polymorpha.* — Soit (fig. 79) l'initiale de

cette corbeille avec les 4 cellules primaires que donne sa première série de segmentations ; ces 4 cellules deviennent des initiales basilaires qui se divisent par bipartitions successives pour augmenter le nombre de ces initiales ; soit, par exemple, 12 initiales basilaires sur le contour. Chacune de ces dernières est le début d'un des lobes dentés de la corbeille ; et par suite, il me suffira d'exposer le développement d'un de ces lobes. Chacune des 12 initiales précédentes, par une sorte de bourgeonnement, fait saillie à l'extérieur du thalle (fig. 102) ; et la plus grande partie de la saillie s'isole de la partie incluse (fig. 103). En même temps, la surface de la corbeille grandit avec le thalle, ce qui a pour résultat d'écarter l'une de l'autre les diverses cellules saillantes qui seront le début des jeunes lobes en formation, tout en augmentant le nombre des initiales basilaires par bipartition des initiales primitives. Ainsi, l'initiale incluse *b* s'est divisée en 2 initiales basilaires *c* et *d* (fig. 104). Ces cellules font saillie au dehors et la partie externe de chacune d'elles s'isole de la partie incluse (fig. 105). On a ainsi un lobe formé de 3 cellules *a*, *c*, et *d*. Au-dessous, les 2 initiales *e* et *i* se divisent chacune en 2 autres initiales (fig. 106) ; les 4 initiales incluses *m*, *n*, *o*, *r* font saillie au dehors, et leur partie interne s'isole de la partie externe correspondante (fig. 107). On a ainsi 4 initiales basilaires et un jeune lobe formé de 7 cellules. Les mêmes séries d'initiales basilaires faisant saillie au dehors avec isolement des parties externes se continuent tant que la corbeille n'a pas atteint sa grandeur définitive. A partir de ce moment, les initiales basilaires ne se multiplient plus ; elles ne font que faire saillie au dehors pour donner une succession de cellules externes et c'est tout l'ensemble de la corbeille qui, par sa croissance, se dresse au-dessus du thalle stérile. En même temps, les cellules primaires externes se multiplient (développement intercalaire) ; la corbeille s'élargit et prend peu à peu la forme évasée et en entonnoir qui la caractérise. Pendant ce temps, le plancher interne de la corbeille, ne pouvant suivre cet accroissement, se déchire pour mettre les propagules en liberté. En réalité, la pointe des lobes de la corbeille est formée par une file de plusieurs cellules (voy. la planche IV du travail de Mirbel, loc. cit.). Pour cela, l'initiale basilaire primitive du lobe fait saillie *plusieurs fois de suite* à la surface du thalle avant de se diviser en 2 initiales, comme on en verra des exemples plus loin. Quant aux dents des lobes elles sont

obtenues de la même façon par des cellules externes comme *u* et *s* ; celles-ci font saillie au dehors et la saillie s'isole du reste par une cloison. Dans les figures schématiques (fig. 102 à 107), les cellules sont représentées à peu près de même grandeur pour la facilité de l'explication ; mais, en réalité, elles doivent être fort inégales et de plus en plus petites en allant du sommet du lobe vers sa base, comme dans le périanthe de la fig. 110.

Ainsi se forment les écailles, les involucres et les périanthes. La fig. 92 représente une écaille ventrale du *Preissia* en voie d'accroissement ; on voit que son développement est basilaire, attendu que les cellules *a* du sommet sont arrivées à leur état adulte, tandis que les autres *b*, *c*, et *d* sont de plus en plus petites. Il en est de même pour le périanthe de la fig. 110.

2° *Feuille des Mousses*. — Dans les exemples précédents, il y a, dès le début, à la surface du thalle, avant toute saillie externe, *plusieurs initiales basilaires* ; dans les Mousses, il n'y en a souvent qu'une seule et seulement quelques-unes (3-4 au plus) dans les feuilles lobées de diverses Muscinées.

Le point de départ, chez les Mousses, est une seule initiale basilaire qui fait saillie au dehors. On a ainsi 2 cellules : l'une externe qui est la première cellule de la feuille (celle du sommet) ; et l'autre, en très grande partie interne qui est l'initiale basilaire. Celle-ci se divise en 2 initiales qui font saillie au dehors en repoussant la première cellule de la feuille ; ensuite, les parties externes de chacune de ces 2 initiales s'isolent des parties internes par une cloison transversale. Alors, on a, à l'extérieur une feuille de 3 cellules, et à la base 2 initiales basilaires en majeure partie internes qui se divisent en 2 autres, ce qui donne 4 initiales basilaires fonctionnant comme les précédentes. Les fig. 102 à 107, données pour la corbeille à propagules du *Marchantia*, conviennent fort bien ici. Le fonctionnement continue ainsi jusqu'à ce que la tige ait acquis sa grandeur définitive dans la partie où se trouve l'insertion de la feuille qui alors ne grandit plus. Ce fonctionnement donne les cellules primaires de la feuille ; la forme de l'ensemble pourra être plus ou moins modifiée par les multiplications secondaires. En outre, chez les Mousses, la formation des feuilles est assez variable et ne présente pas souvent la régularité indiquée plus haut dans le fonctionnement des initiales ; on en verra ci-dessous divers exemples.

h) *Comment le développement basilaire rend compte des variations des feuilles et des périanthes.*

Feuilles. — Les multiplications secondaires sont très variables selon les feuilles ; ce sont elles qui permettent de comprendre certaines formes des feuilles, comme on le verra dans la suite. C'est dans les *Cephaloziella*, les *Andreæa* et quelques autres genres qu'elles sont le moins développées ; et, en effet, dans ces genres, les feuilles sont presque réduites aux cellules primaires, comme le prouvent leurs cellules très souvent disposées en lignes nettes, aussi bien dans le sens longitudinal que dans le sens transversal. Ceci exposé, je vais montrer avec quelle facilité le développement basilaire explique les formes les plus variées des feuilles.

Si la feuille a 2 lobes égaux, l'initiale basilaire qui doit la former *se divise en 2 initiales basilaires avant de faire saillie au dehors.* Alors, chacune de celles-ci se conduit comme je l'ai indiqué pour le développement de la feuille. Si les 2 cellules saillantes ne sont pas soudées au dehors, cela est dû à l'accroissement de la tige qui les a légèrement écartées ; cela peut venir aussi de ce que les 2 cellules ne font pas saillie en même temps. Tant que la tige s'accroît ; les 2 formations sont séparées et forment les 2 lobes ; quand la croissance de la tige est terminée, les 2 formations se continuent encore pendant quelque temps, *mais solidairement* comme je le montrerai dans la suite ; il en résulte la lame basilaire unique de la feuille.

Si la feuille a 2 lobes inégaux, l'initiale basilaire primitive se divise encore en 2 initiales ; mais, l'une d'elles se met à fonctionner plus ou moins longtemps après l'autre, ce qui rend les lobes plus ou moins inégaux. L'anomalie de la feuille bilobée d'*Andreæa crassinervia* rentre exactement dans ce cas.

Si la feuille a 3-4 lobes égaux ou non, l'initiale basilaire du début se divise par bipartitions successives en 3-4 initiales basilaires qui se mettent à fonctionner simultanément ou à des intervalles plus ou moins éloignés, selon que les lobes sont égaux ou plus ou moins inégaux.

Les divers lobes ou feuilles des *Cephaloziella* (fig. 109 à 117) montrent aussi des formes intéressantes que l'initiale terminale serait impuissante à expliquer.

La fig. 111 *(C. Curnowi)* est la forme normale d'un lobe qui se

développerait comme je l'ai indiqué précédemment pour la corbeille du *Marchantia*. Dans la fig. 112 (même espèce), l'initiale basilaire a fait saillie 2 fois avant de se diviser en 2 initiales basilaires : de là les 2 cellules en file du sommet. Dans les fig. 114 *(C. Curnowi)* et 115 *(C. gracillima)*, c'est tout le contraire : l'initiale basilaire, après avoir donné la première cellule de la feuille a subi 2 bipartitions successives avant de faire saillie à nouvêau : d'où 4 initiales basilaires et 4 cellules externes succédant à la cellule apicale. Dans la fig. 113 *(C. Curnowi)*, il y a 2 cellules apicales soudées formant le sommet. Pour arriver à ce résultat, l'initiale primitive s'est divisée en 2 initiales basilaires qui ont fonctionné solidairement, c'est-à-dire en restant soudées ; par suite de ce fait, les 2 cellules n'ont formé qu'une saillie unique. On peut remarquer, sur la fig. 115 *(C. gracillima)*, les traits de force indiquant, non pas les segmentations de l'initiale terminale, mais les diverses poussées externes qu'a subies la feuille chaque fois que les initiales basilaires ont fait saillie au dehors. Dans les fig. 116 *(C. Curnowi)* et 117 *(C. Hampeana* var. *hispanica)*, l'initiale primitive du lobe a subi 2 bipartitions successives et les 4 initiales basilaires obtenues ont fait saillie en même temps : d'où le sommet obtus ou arrondi ; et, dans ce cas, il n'y a, bien entendu, aucune initiale terminale de disparue. On voit ainsi qu'un tel sommet obtus ou arrondi peut être obtenu de 2 façons quelque peu différentes (comparez les fig. 115 et 116). Un sommet obtus ou arrondi peut-être obtenu aussi par la multiplication secondaire *(Mnium punctatum* par exemple*)*.

Restent à expliquer les 2 feuilles anormales dont il a été question plus haut. Dans la fig. 109, il y a 4 pointes fort inégales. L'initiale basilaire primitive s'est divisée en 4 autres par 2 bipartitions successives : l'une d'elles *a'* est restée longtemps incluse et inactive à la surface de la tige avant de donner le petit lobe *a* ; l'initiale *b'* a fait saillie la première, ce qui a donné le grand lobe *b* ; les 2 autres initiales, après avoir fait saillie séparément, ont fonctionné presque aussitôt solidairement : d'où le deuxième lobe à peu près normal avec ses 2 petites pointes. Si l'une d'elles a 2 cellules, c'est que son initiale *c'* a fonctionné un peu avant l'autre *d'*. Dans la fig. 108, l'initiale basilaire primitive a aussi donné de suite 4 initiales qui ont d'abord fait saillie séparément : d'où les pointes *a*, *b*, *c* et *d*. Les 3 initiales *a'*, *b'* et *d'*, après une seule segmentation transversale, ont

fonctionné solidairement, les 2 premières ensemble et la troisième avec *c'* ; celle-ci, avant de se solidariser avec *d'*, a commencé par se segmenter 2 fois transversalement avant de se diviser en plusieurs initiales à la surface de la tige. Ensuite la feuille s'est développée normalement.

Le fonctionnement basilaire permet d'expliquer aussi facilement les diverses particularités du tissu foliaire des Mousses ; je vais en citer quelques exemples. Tout d'abord, il explique aussi bien et de la même façon le développement de la feuille du *Buxbaumia* sans initiale terminale et celui des feuilles des autres Mousses qui, d'après les auteurs en auraient une. En outre, avec le développement basilaire, il est tout naturel que les poils ou pointes hyalines de certaines espèces (*Barbula, Rhacomitrium*) apparaissent saillants à l'extrémité de la tige. On comprend de même fort bien pourquoi il n'y a souvent, au sommet de la feuille, qu'une seule cellule terminale ; mais, cette cellule n'a aucun caractère d'initiale. On voit aussi pourquoi, souvent au-dessous de cette cellule terminale, la feuille se compose de 2 moitiés à peu près symétriques (voy. les fig. 104 à 107) : mais *ce n'est pas obligatoire*. Cela dépend de la division des initiales basilaires en 2 initiales : si *toutes* ces initiales se divisaient toujours simultanément en 2 initiales, ou si ces divisions avaient lieu dans chaque moitié de la feuille sur un même nombre d'initiales ; cette feuille serait parfaitement symétrique *quant aux cellules primaires ;* dans le cas contraire, l'asymétrie pourra être plus ou moins accentuée. En outre, la multiplication secondaire (ou dévelop-pement intercalaire), toujours fort variable, pourra encore modifier ou détruire la symétrie.

Si les multiplications secondaires sont presque nulles ou fort réduites, les cellules de la feuille seront disposées à la fois en séries longitudinales et en séries transversales montrant à peu près la régularité des cellules primaires comme on le voit dans divers genres. Si la feuille est très aiguë et terminée par une file de plusieurs cellules, c'est que l'initiale basilaire primitive s'est divisée plusieurs fois transversalement avant de se diviser en 2 initiales, comme je l'ai indiqué pour les lobes des feuilles des *Cephaloziella ;* c'est tout le contraire si le sommet est obtus ou arrondi. Si la feuille est très élargie au milieu, c'est que la multiplication secondaire est, dans cette région, beaucoup plus

développée qu'ailleurs. Si la feuille a ses cellules plus ou moins disposées en séries obliques dessinant un V, ce qui n'est pas rare, c'est que la multiplication secondaire, plus intense latéralement, a relevé dans cette partie les lignes de cellules primitivement transversales.

Pour terminer, je vais montrer l'étonnante variation de la multiplication secondaire dans 2 espèces d'un même genre. Dans le *Mnium punctatum*, la base de la feuille *insérée sur les initiales basilaires* est au moins 4 ou 5 fois plus étroite que la largeur maximum de cette feuille ; au contraire, dans le *M. undulatum*, la feuille est à peu près d'égale largeur partout : d'où une multiplication secondaire très réduite ou nulle dans cette dernière espèce et très considérable dans la première.

Je ne m'attarderai pas davantage à expliquer les diverses particularités des feuilles chez les Muscinées ; mais il est bien certain que la formation de certaines feuilles n'est pas incompatible avec le développement basilaire, au contraire. Je n'en veux pour preuve que l'exemple suivant : les feuilles de certains *Mnium* et *Bryum* sont à la fois décurrentes par leurs bords latéraux et par leur nervure ; de plus, cette nervure peut atteindre le sommet des feuilles, le dépasser ou s'arrêter en deçà. Une initiale terminale ne permet absolument pas d'expliquer ces divers caractères ; avec le développement basilaire, l'explication est d'une grande simplicité.

En outre, le développement basilaire montre bien pourquoi, dans les feuilles jeunes, dans les périanthes en voie de développement, les cellules du sommet de ces organes sont arrivées à leur grandeur définitive comme étant les plus âgées, pendant que les inférieures, de plus en plus jeunes, sont aussi de plus en plus petites. Si le développement se faisait par une initiale apicale, ce serait tout le contraire. Kuhn et Pottier ont signalé, comme je l'ai dit, dans une même feuille, des initiales à 2 pans, puis à 1 pan. Ce n'est qu'une apparence due simplement à ce fait que, latéralement, la multiplication secondaire est plus active qu'au centre.

Ce n'est pas tout, les initiales basilaires, *faisant partie de la tige ou du thalle*, on comprend facilement qu'elles puissent s'alimenter, grandir et se segmenter d'une façon continue, pendant un certain temps tout au moins ; elles s'arrêtent quelque temps après que la

portion correspondante de la tige ou du thalle est arrivée à son état définitif.

Les formations secondaires, — ou ce qui est la même chose, le développement intercalaire — jouent un très grand rôle, surtout dans les feuilles des Mousses ; ce sont elles qui donnent à certaines feuilles leur forme spéciale (forme arrondie, spatulée, cucullée, etc.).

D'après Pottier (1), « l'activité multiplicatrice se déplace, au cours de l'ontogénèse foliaire des Mousses, de la pointe à la base de la feuille ». C'est évidemment cette constatation sur diverses feuilles qui a fait rejeter pour elles l'hypothèse d'un développement basilaire. Il ne faut pas oublier, je le répète, qu'il y a 2 sortes de multiplication cellulaire : l'une, *très constante*, formée par les cellules détachées initiales, donne les cellules primaires ; et l'autre, *très variable*, formée par la multiplication des cellules précédentes constitue le développement intercalaire. Les cellules primaires naissent les premières ; et, dans n'importe quelle feuille, les cellules primaires du sommet des feuilles sont toujours plus âgées que les autres. Mais, ce n'est plus forcément vrai pour les cellules de la multiplication secondaire qui peut avoir lieu *à n'importe quel moment*, tant que la feuille n'est pas adulte. C'est pour cela que compter les cellules de la feuille à droite et à gauche de sa ligne médiane et longitudinale, pour vérifier l'asymétrie foliaire, est une opération doublement inexacte : d'abord, parce que cette ligne médiane ne peut être déterminée d'une façon certaine ; ensuite, parce que la multiplication secondaire des cellules, souvent très variable, fait que *ce qui est vrai aujourd'hui dans une feuille pourrait être faux demain* DANS LA MÊME FEUILLE. Ce procédé ne serait valable que s'il s'agissait des cellules primaires qui, dans la plupart des Mousses sont vite transformées en cellules secondaires (2). C'est pour toutes ces raisons que l'asymétrie foliaire m'apparaît comme un phénomène très accessoire souvent impossible à mettre en

(1) POTTIER J., loc. cit., p. 132.

(2) A ceux qui feraient observer que j'ai employé ce procédé pour mesurer la largeur des lobes des feuilles chez les Céphaloziellacées (loc. cit.), je répondrai que, dans cette famille, *les feuilles sont presque toujours réduites à leurs cellules primaires*, avec parfois une multiplication secondaire très limitée et par places qui se laisse souvent deviner. Dans les fig. 62 et 63 (Les Var. du Gam., loc. cit., pl. 15), où les cellules des 2 lobes sont en files longitudinales et transversales nettes, on voit, entre *a* et *b*, une cellule primaire dédoublée par la multiplication secondaire.

évidence. Il est pourtant un cas où l'asymétrie se voit très nettement : c'est celui des feuilles à insertion oblique ; mais ce cas n'existe pas chez les Mousses, à part de rares exceptions.

La multiplication secondaire des cellules primaires est sous la dépendance étroite des conditions extérieures, de sécheresse et d'humidité surtout, comme je l'ai très souvent constaté chez les Hépatiques : c'est l'humidité notamment qui produit la denticulation plus ou moins accentuée des feuilles. C'est ainsi que, pour ne citer qu'un exemple entre vingt, l'*Evansia dentata* (Raddi *p. p.*), dans une allée ensoleillée de la forêt de Bailleau près Chartres, a donné une forme très réduite *(var. rubra)* avec de très petites feuilles imbriquées et à lobes entiers, tandis que la même plante, au bord d'une ornière ombragée du bois de Dangeau (E.-et-L.) avait de grandes feuilles à 2 lobes divisés en petits lobules dentés dont j'ai fait la *f. laciniata* (1).

Périanthes. — On a vu précédemment que certains périanthes étaient formés presque uniquement de files longitudinales de cellules, ce qui exigeait autant de cellules initiales basilaires. Pour obtenir ce résultat, les 2 ou 3 initiales secondaires issues de l'initiale terminale de la tige donneront d'abord les 2 ou 3 initiales basilaires primitives du périanthe, qui se multiplieront par bipartitions successives *avant de fonctionner extérieurement ;* c'est alors que faisant saillie solidairement elles donneront le périanthe ; mais, il n'en est pas toujours ainsi et le périanthe peut se terminer par des lobes plus ou moins nombreux ou des cils. Dans ces cas, les initiales basilaires fonctionneront comme dans la corbeille à propagules ou l'involucre du *Marchantia*.

En résumé, pour former les divers organes, la Nature a à sa disposition 2 procédés :

1° Le développement terminal, produit par l'initiale terminale et ses séries d'initiales secondaires, forme les organes essentiels (thalle et tige) ; et *2° le développement basilaire, produit par les initiales basilaires, filles des initiales secondaires, forme les organes secondaires et latéraux* (feuilles, écailles, etc.) ; — ou, autrement dit, aux organes principaux et indépendants correspond un développement

(1) Douin Ch. : La famille des Céphaloziellacées, (*Bull. de la Soc. bot. de France*, Mémoire 29 (1916), paru en 1920, p. 54).

principal et indépendant, tandis qu'aux organes secondaires et dépendant d'un autre correspond un développement secondaire et dépendant de cet autre, les initiales basilaires étant toujours sous la dépendance très étroite du thalle ou de la tige qui les porte.

On remarquera que pour les organes essentiels, la Nature n'admet qu'une seule initiale ; elle n'en tolère plusieurs que pour les organes moins importants ; mais, le plus souvent, dans ce dernier cas, *pour remédier aux inconvénients du procédé, elle oblige les initiales à fonctionner solidairement* (en restant soudées).

Enfin, dans le développement terminal du thalle, les mérophytes complètement formés se fixent au sol par leurs poils absorbants, tandis que les mérophytes en voie de développement sont, de ce fait, repoussés en avant avec l'initiale qui leur a donné naissance ; au contraire dans le développement basilaire, les initiales basilaires sont fixes pendant que les tissus qu'elles forment sont repoussés de plus en plus loin. Il en est de même pour la tige et les feuilles qu'elle produit.

Dans le développement des mérophytes, il y a un véritable développement terminal : en effet, l'initiale secondaire se segmente comme l'initiale terminale, mais les tissus formés restent inclus dans le thalle stérile ce qui masque le véritable développement. Cependant, dans le cas de surabondance nutritive, les initiales secondaires peuvent donner une troisième série de segmentations de cellules primaires avec multiplication secondaire réduite ; alors, comme la place manque à la surface du thalle stérile, les tissus formés font saillie au dehors : de là ces lobes et pointes saillantes que j'ai signalés (1) ; le pédoncule des Marchantiées non sillonnées se forme aussi de la même façon.

(1) Douin Ch. : Les ens. des anom. etc. loc. cit., p. 280.

REVUE DES TRAVAUX DE BOTANIQUE
TROPICALE ET SUBTROPICALE

(1910-1919)

par P. CHOUX

(Suite)

Chiendents

Une grande confusion existe entre les différents produits qu'on désigne en France sous le nom général de *chiendents* et en Allemagne sous celui de *reiswurzeln*.

Pour Braun (1), les principales espèces productrices sont les Graminées suivantes :

L'*Agrostis tolucensis* H. B. et K. du Mexique.

L'*Ampelodesmos tenax* de l'Algérie.

L'*Andropogon Gryllus* (chiendent italien) que l'on cultive dans la vallée du Pô.

L'*Epicampes macroura* Benth. et l'*E. stricta*, qui sont toutes deux américaines et dont on connaît les rhizomes sous le nom de *chiendents du Mexique* en France, sous celui de *Zacaton* en Allemagne.

Nous terminerons ce chapitre des plantes textiles par quelques mots sur l'*Eichornia crassipes*. Il y a déjà quelques années que les rivières d'Indo-Chine ont été envahies par cette Pontédériacée, que les Annamites ont dénommée *Luc-binh* et cet envahissement des cours d'eau d'Extrême-Orient par une plante naguère complètement

(1) Braun : *Reiswurzeln, Zacaton und dergl.* (Der Pflanzer, n° 1, Jan. 1912, p. 6).

— *Note sur le chiendent, sa culture et son utilisation en vue de son emploi en brosserie* (Bull. mensuel de l'off. de rens. agr., Min. de l'Agriculture, Dir. de l'agric., XIII^e ann., n° 7, juillet 1914, p. 798).

inconnue en Asie et confinée en Amérique constitue un exemple remarquable d'intempestive acclimatation (1). M. Perrot, directeur de la prison de Pnom-Penh, a eu l'idée d'utiliser ce *Luc-Binh* pour fabriquer une toile de sac (2). M. Jardel, au Tonkin, a pu de même obtenir des sacs en luc-binh (3). Nous rapprocherons de ces faits l'utilisation en Australie des fibres de *Posidonia australis* (4).

C. — LES PLANTES A GOMMES ET A RÉSINES

Les plantes gommifères et résinifères sont moins bien connues que les plantes oléagineuses et textiles.

L'ouvrage qu'en 1911 M. le Dr Jacob de Cordemoy (5) a publié sur ces plantes est la seule étude d'ensemble qui existe sur ce sujet, à l'heure actuelle, en France.

Depuis la publication de cet ouvrage, divers travaux ont paru sur les gommes et les résines. Mais leur nombre est restreint et le sujet demeure plein d'obscurités.

L'*Imperial Institute* a attiré à plusieurs reprises l'attention sur les gommes de la Nigeria (6). La meilleure qualité de cette provenance est produite par l'*Acacia Senegal*, comme au Sénégal et au Soudan anglo-égyptien, et cette gomme de la Nigeria peut être employée aux mêmes usages que celle du Kordofan. Mais il est aussi d'autres espèces productrices, l'*Acacia Seyal*, l'*Acacia Sieberiana*, qui donnent des gommes d'assez bonne qualité et l'*Acacia campylacantha*, dont la gomme mi-soluble est, par contre, très inférieure.

Au Somaliland, c'est encore l'*Acacia Senegal* qui donne la meil-

(1) Lecomte : *Essais d'utilisation du Loukbinh au Cambodge* (Bull. de la Soc. Nat. d'acclimat. n° 23, 1er déc. 1912, p. 721).

(2) *L'Utilisation du Luc-Binh comme plante à fibres* (J. d'agric. trop., 30 avril 1912, n° 130, p. 126).

(3) Jardel : *Emploi industriel de l'Eichornia crassipes (Nenuphar du Japon) en Indo-Chine* (Bull. de la Soc. nat. d'acclimat., n° 18, 15 Sept. 1912, p. 567).

(4) Bull. n° 1, 1916, et n° 4, 1917. Dept. Chem. South Australia (D'après Bull. of the Imp. Inst., Vol XV, n° 1, jan.-march 1917, p. 125).

(5) H. Jacob de Cordemoy : *Les plantes à gommes et à résines* (Octave Doin, Paris, 1911).

(6) *Gums from Northern Nigeria* (Bull. of the Imp. Inst., Vol. VIII, n° 4, 1910, p. 352).
— *Gums from Northern Nigeria* (id., Vol. XII, n° 1, jan.-march 1914, p. 27).

leure sorte de gomme arabique, l'*Habbak adad*. Cette gomme est exportée à Aden et de là la meilleure qualité est expédiée en Europe, pendant que les sortes inférieures vont à Bombay (1).

Quant à la gomme de l'Afrique du Sud, provenant probablement de l'*Acacia horrida*, elle a une acidité supérieure à celle des bonnes gommes du Soudan et sa viscosité est inférieure à celle de la gomme de Kordofan dure. Elle ne pourrait donc jamais réaliser les hauts prix de la bonne gomme du Soudan (2).

Au Sénégal et au Soudan français, la production est depuis longtemps stationnaire et bien inférieure à celle du Kordofan. Aussi, ne peut-on que souhaiter voir ces colonies prendre les mesures nécessaires pour étendre les peuplements de gommiers existants et les exploiter rationnellement au moyen d'incisions, à l'exemple du Soudan égyptien, où les gommiers cultivés et saignés fournissent des rendements intéressants (3).

En Amérique, les gommiers ne sont plus des acacias. C'est ainsi que le Brésil possède diverses plantes indigènes qui peuvent fournir un succédané de la gomme arabique, l'*Enterolobium ellipticum* (*Pithecolobium gummiferum*), le *Vochisia gummifera* et le *V. thyrsoidea* (4).

Dans l'Inde anglaise, on s'intéresse aux pins résinifères. L'espèce la plus importante est le *Pinus longifolia*, mais on rencontre aussi le *Pinus excelsa* et le *Pinus Khasya*, qui peuvent donner des térébenthines. D'après l'*Imperial Institute*, l'essence de térébenthine de *Pinus excelsa* est égale en qualité aux meilleures térébenthines de France et d'Amérique, alors que celles de *P. Khasya et de P. longifolia* apparaissent comme un mélange de terpènes (5). D'ailleurs, toute la térébenthine et la colophane produites sont utilisées localement.

(1) *Some economic products of Somaliland : Gums* (id, p. 13).

(2) *South African gum* (id, Vol. XV, n° 1, jan.-march 1917, p. 111).

(3) *Les gommes du Sénégal et du Soudan français* (dans Perrot : Les Grands produits végétaux des colonies françaises, Emile Larose, Paris, 1915, p. 551).
— *Production et emplois de la gomme arabique* (Agronomie col., sept.-oct. 1919, n° 26, p. 54).

(4) Montandon Heitor dans Chacaras e Quintaes, San-Paulo, juin 1916 (Analysé dans Inst. Internat. d'agric., Bull. des rens. agricoles, n° 985, sept. 1916).

(5) *Turpentine oils from India* (Bull. of the Imp. Instit., Vol. X, n° 4, déc. 1912, p. 539).

Le *Copaifera Guibourtiana* est le copalier le plus important de l'Afrique occidentale française. Mais, dans la Nigeria, le copal provient du *Daniella Ogea* Rolfe (*Cyanothyrsus Ogea*) et est d'ailleurs inférieur au copal fossile de Zanzibar. En Gold Coast, le copal fourni par le *Daniella similis* Craib pourrait avoir une valeur assez élevée, s'il était toujours bien préparé (1). Quant au copal du Congo, il proviendrait du *Copaifera Demeusei* et d'autres arbres de la famille des Légumineuses (2).

En Colombie, le copal provenant de l'*Hymenæa splendida*, espèce très voisine de l'*Hymenæa Courbaril,* ressemble beaucoup à celui de cette dernière espèce et peut être utilisé dans la fabrication des vernis (3).

D'autre part, des essais effectués sur nos copals coloniaux, en vue de remplacer l'ambre, ont montré que la plupart des copals coloniaux sont trop friables et par conséquent très difficiles à travailler. Ce sont les copals fossiles qui peuvent s'imposer à l'industrie de la tabletterie (4),

Le Damar des Philippines, dit « *copal de Manille* », est une résine qui, d'après M. de Cordemoy, a les caractères des exsudats de certaines Diptérocarpées des genres *Hopea* ou *Anisoptera*, mais dont l'origine botanique exacte n'avait pu être précisée par cet auteur.

D'après Foxworthy, le copal de Manille est fourni aux Philippines par une Conifère l'*Agathis alba* Lam. (5). Mais, bien souvent, ce terme de *copal de Manille* est employé d'une manière plus générale et sert à désigner des résines mi-dures originaires des îles de la Sonde, des Philippines et des îles Moluques, qui ont des propriétés communes et vraisemblablement une même origine. Il semble, en effet, que les autres espèces d'*Agathis* décrites comme fournissant

(1) *Copals from British West Africa* (Bull. of the Imp. Institute, Vol. XII, n° 2, april-june 1914, p. 217).

(2) *Copal from the Congo* (Bull. of Miscell. inform., Kew, n° 5, 1913, p. 194).

(3) *Copal from Colombia* (Bull. of the Imp. Inst. Vol. XV, n° 4, oct.-déc. 1917, p. 494).

(4) Hébert et Heim : *Essais technologiques de substitution à l'ambre dans l'industrie de la tabletterie des copals des colonies françaises* (Bull. de l'Off. col., oct.-nov. 1915, p. 517).

(5) Freer : *The study of Manila copal* (The Philippine Journal of Science, Sect. A, Vol. V, n° 3, may 1910, p. 171).
— Foxworthy : *The Almaciga tree, Agathis alba (Lam.)* (id. p. 173).
— Richmond : *The Manila Copal* (id., p. 177).

du *copal de Manille* aux Moluques, à Célèbes, à Bornéo et aux Philippines doivent être identifiées avec l'*Agathis alba*. Le *Copal de Manille*, qu'il vienne de Manille ou d'ailleurs, aurait donc une origine botanique commune.

Le véritable *élémi* est une oléo-résine aromatique récoltée aux Philippines, sur le *Canarium luzonicum*. Mais il y a d'autres élémis. Ainsi, à Maurice, le *Canarium Colophania* donne une oléo-résine ressemblant à l'élémi de Manille (1). Mais, comme actuellement la demande d'élémi est très faible et confinée au produit de Manille, cette oléo-résine ne pourrait servir que comme substitut du véritable élémi. De même, l'élémi de Porto-Rico qui provient d'une Burséracée *Dacryodes hexandra*, appelée localement *tabanuco*, n'est utilisée que par les indigènes, qui en font des torches ou s'en servent comme encens ou comme onguent pour les ulcères (2).

La véritable *huile de bois* est l'oléo-résine des *Dipterocarpus*. Elle a été l'objet d'une étude de M. Grisard (3), qui décrit plus spécialement les *Dipterocarpus* indo-chinois, les procédés de récolte employés et les usages de cette huile de bois pour le badigeonnage des barques et le vernissage des meubles.

Le *baume de Copahu* est une oléo-résine semi-liquide obtenue de plusieurs Légumineuses sud-américaines, appartenant au genre *Copaifera*, la principale espèce étant le *Copaifera Lansdorfii* du Brésil. Le baume de Copahu provenant du *Copaifera officinalis* a montré les mêmes caractères que le Copahu sud-américain et peut servir comme lui en médecine (4).

Le *copalme malais*, qui découle dans l'archipel malais du *Liquidambar Altingiana*, existe également dans la péninsule malaise et paraît même se rencontrer au Tonkin, car l'oléo-résine du Tonkin

(1) *Some little-Known resins : Elemi resins, Oleo-resin of Canarium Colophania from Mauritius* (Bull. of the Imp. Inst., Vol. XIII, n° 3, july-sept. 1915, p. 356).

(2) *Gomme-résine tabanuco ou élémi de Porto-Rico* (Scientific American Suppl., New-York, mars 1919), Analysé dans Inst. Intern. d'Agric., Bull. des rens. agricoles, n° 732, juin 1919).

(3) GRISARD : *Les huiles de bois* (Bull. de l'Off. col., n° 49, janv. 1912).

(4) *Balsam of Copaiba from Colombia* (Bull. of the Imp. Instit., Vol XVI, n° 2, april-june 1918, p. 147).

« les caractères du produit malais et pourrait sans doute servir aux mêmes usages (fabrication des vernis à l'alcool) (1).

Parmi les gommes-résines, les plus importantes sont les *laques* d'Extrême-Orient.

Les plus répandus parmi les arbres producteurs de laques sont le *Rhus vernicifera*, qui fournit les laques chinoises et japonaises (2) et le *Melarronhea usitata* de la Birmanie et du Siam (3). Mais, si l'Imperial Institute confond sous une même dénomination spécifique l'arbre à laque du Japon et celui de la Chine, M. de Cordemoy et M. Jumelle (4) font de ce dernier une espèce spéciale, le *Rhus succedanea*.

Ce qu'il faut, en outre, signaler à propos de la laque, c'est que les anciens procédés de laquage et de séchage de la laque, pendant lesquels la laque subit des transformations bien étudiées par M. Gabriel Bertrand, sont maintenant souvent remplacés par un nouveau procédé plus rapide, le séchage à température élevée (5). Ce séchage à température élevée exclut la présence des enzymes azotés dans les laques et permet d'obtenir un enduit parfaitement dur et qui résiste aux influences chimiques et mécaniques. Sous ce rapport, elles se distinguent des laques séchées à la température ordinaire. Durant la dessication, il y a absorption d'oxygène atmosphérique, tandis qu'il se produit une décomposition partielle (6).

Parmi les gommes-résines, nous signalerons encore celle que peut fournir le *cay-doc* ou *Garcinia tonkinensis*, connu par ailleurs comme source de matière oléagineuse. Les Annamites estiment favoriser la production de l'arbre en fruits en pratiquant des incisions sur l'écorce. Par ces entailles l'arbre exsude d'assez fortes quantités

(1) H. JACOB DE CORDEMOY : *Le copalme malais* (Expansion coloniale, p. 106, avril 1912).

(2) *The Natural varnishes of China and Japan* (Bull. of the Imp. Inst., Vol. VIII, n° 1, 1910, p. 32).

(3) *Burmese Black Varnish or Lacquer* (id., 1910, n° 3, p. 273)
— *Burmese Black Varnish or Lacquer* (id., Vol. XV, n° 1, jan.-march 1917, p. 42).

(4) H. JUMELLE : *Les arbres à laque* (in *Cultures coloniales. Plantes à latex et à résines*, Baillière, Paris, 1915, p. 111).

(5) MAJIMA : *L'industrie de la laque au Japon* (Chemiker Zeitung, 1911) (Rés. dans Moniteur scientif., 1911, T. I, p. 398).

(6) *Le séchage des laques japonaises* (Ing. Zeitschr. f. die gesam-Tex. Industr. 18-173-305, 1919) (Résumé dans Revue de chimie industrielle, nov. 1919, n° 335, p. 372).

de gomme, qui n'est guère recueillie, faute d'emploi défini. Or, cette *gomme de cay-doc* a été jugée très digne d'intérêt par les fabricants de produits pour apprêts et impressions sur tissus (1).

Enfin, nous croyons pouvoir placer dans la même catégorie que les plantes à gommes et à résines celles qui renferment des *latex résineux*, c'est-à-dire des latex où la proportion de résine l'emporte sur celle du caoutchouc. Un latex résineux typique est celui de *Dyera costulata*, qui, coagulé, arrive sur le marché sous le nom de *jelutong*. On a reconnu possible de séparer le caoutchouc et la résine contenue dans le latex. Cette résine pourrait, après certaines préparations, servir à la fabrication des vernis inférieurs (2).

Quant au *Chicle* ou *gomme de Sapodilla*, qui forme la base de la *gomme masticatoire* américaine aux Etats-Unis et au Canada, c'est le latex partiellement évaporé de l'*Achras sapota*, arbre indigène du Centre Amérique et des portions septentrionales de l'Amérique du Sud, trouvé aussi aux Indes occidentales, aux Philippines et ailleurs. Le principal centre de production est le Mexique (3), mais on en récolte aussi au Venezuela (4). Jusqu'à la guerre, le chicle, qui alimente en Amérique une importante industrie, était inconnu en Europe. Le corps expéditionnaire américain a apporté en France l'habitude de mastiquer le *chicle* présenté au public sous la forme de petites tablettes ou de dragées (5).

D. LES PLANTES A CAOUTCHOUC

Analyser, même succinctement, le nombre considérable de travaux parus sur les plantes à caoutchouc de 1910 à 1919 dépasserait considérablement le cadre de cette revue. Heureusement, la marche ascensionnelle remarquable prise par la culture de l'hévéa dans le

(1) Heim : *Etude chimique de la gomme de Cay-doc du Tonkin* (Bull. de l'off. col., n°s 138-139, juin-juillet 1919, p. 413).

(2) *Resinous lactices* (Bull. of the Imp. Inst., Vol. XIII, n° 3, 1915, p. 358).

(3) Sperber : *Das Chiclegummi und dessen Gewinnung* (der Tropenpflanzer, april 1911, p. 220).
— *Chicle or Sapodilla gum* (Bull. of the Imp. Inst., Vol. IX, n° 2, 1911, p. 147).

(4) Dipl. and Cons. Rep. Ann. Ser. n° 5360. Report on the trade and comm. of Curdad Bolivar Venezuela for 1913 (id., Vol. XIII, n° 1, jan.-march 1915, p. 165).

(5) *Une gomme à la mode : le chicle* (Agronomie col., sept.-oct. 1919. n° 26, p. 54).

Moyen-Orient, en rejetant au second plan bien des espèces caoutchoutifères sauvages auparavant intéressantes, facilitera notre tâche et nous dispensera d'insister sur toutes ces plantes de second ordre, dont l'importance se trouve aujourd'hui singulièrement diminuée.

Tout d'abord, la *structure anatomique* des plantes caoutchoutifères mérite quelque attention, car elle fournit des renseignements propres à éclairer la technique de l'exploitation. M. Meunier (1) a montré que chez les Euphorbiacées (*Hevea* et *Manihot*) les laticifères sont répartis seulement dans l'écorce et dans le liber, alors que chez les Apocynacées, Asclépiadacées, Urticacées, le réseau de tubes à latex envoie des ramifications à travers le bois dans la zone périmédullaire et médullaire centrale. L'appareil laticifère des Euphorbiacées est donc distinct dans ses répartitions de celui des plantes à latex des autres familles. Mais le latex médullaire paraît toujours exempt de caoutchouc utilisable et le latex du parenchyme cortical doué de qualités médiocres. Le latex n'atteint toute sa valeur caoutchoutifère que dans les formations libériennes et la production du tissu laticifère dans le liber externe est comme une fonction de l'activité cambiale.

Le *rôle du latex* est un autre point important. Bien que la plupart des ouvrages classiques tendent à admettre que les laticifères sont des réservoirs de déchets, un grand nombre de faits plaident en faveur de l'hypothèse contraire. Pour Bancroft (2) le rôle du latex consiste à transporter les matières nutritives plastiques nécessaires à la croissance de la plante. Il semble cependant que le latex ait aussi un rôle d'excrétion, mais on ne saurait dire laquelle de ses deux fonctions, alimentation et excrétion, est la plus essentielle.

Dans le même ordre d'idées, les expériences de Spring ont fait connaître que les graines d'hévéas non saignés fournissent en général 50 °/₀ de germinations en plus que celles des arbres saignés; elles sont également plus grosses (3). Pour M. Girard encore les saignées

(1) MEUNIER : *L'appareil laticifère des caoutchoutiers* (Mémoires scient. pub. par le serv. d'agr. du Min. des Col., fasc. I, tome I) (Analysé dans la Quinz. col., 10 Août 1913, p. 549).

(2) BANCROFT : *Le rôle du latex dans la vie de l'arbre à caoutchouc* (The agric. Bull. of the Straits and Fed. Malay States) (D'après la Quinz. col., 25 Avril 1912, p. 300.)

(3) WILDEMAN dans *Le Caoutchouc et la Gutta-Percha* (15 déc. 1912) (D'après Inst. Intern. d'agric., Bull. des rens. agricoles, n° 259, mars 1913).

exagérées nuisent considérablement à la reconstitution normale des écorces, affaiblissent les arbres et limitent par suite la vie de l'arbre (1). Il semble donc que le latex joue un certain rôle dans la nutrition de la plante.

L'*Hevea brasiliensis* et les espèces voisines

La classification des hévéas amazoniens présente de nombreuses difficultés, en raison de la connaissance imparfaite des espèces et de l'uniformité dans la structure de la fleur. Le Dr Huber, directeur du Museum de Para (Brésil), a particulièrement étudié la question et précisé quelques points de systématique. Dans un travail paru en 1913, il a confirmé ses idées antérieures sur la division du genre *Hevea* et spécialement sur celle de la section *Bisiphonia,* quoique cette classification n'ait pas été admise par le professeur Pax dans le *Pflanzenreich* (2). Il a fait connaître, d'autre part, quelques espèces d'*Hevea* du rio Ica-Putumayo, espèces sur lesquelles Fox avait publié en 1912 une courte note (3). Dans cette région, qui appartient au Pérou, l'espèce principale est l'*Hevea Foxii* nov. sp. qui est la source du *Para* de cette région. Une autre espèce *Hevea glabrescens* nov. sp. et l'*Hevea viridis* Huber, déjà décrit, donnent des caoutchoucs de moindre valeur (4).

Envisageant ensuite la distribution des Hévéas dans l'Etat de Para, le Dr Huber y signale : *Hevea brasiliensis (Seringueira verdadeira), H. Benthamiana (S. torrada), H. guyanensis et collina (S. vermelhas), H. Spruceana (S. barriguda)* (5). Cette dernière espèce n'a aucune importance comme producteur de caoutchouc.

Enfin, l'auteur montre la très grande variabilité des espèces du

(1) GIRARD : *Notes sur la culture de l'Hevea en Cochinchine* (Bull. agric. de l'Inst. scient. de Saïgon, oct. 1919, n° 10, p. 289).

(2) HUBER : *Novas contribuiçoes para o conhecimento do genero Hevea* (Boletim do Museu Gœldi, Para, Brazil, 1910. Vol VII, paru en 1913, p. 199).
— HUBER : *Bemerkungen zur systematik und geographischen Verbreitung der Gattung Hevea* (id., p. 200).

(3) FOX : *Rubber-yielding plants from Peru* (Bull. of miscell. inform., Kew, p. 74, n° 1, 1912).

(4) HUBER : *Sobre algunas especies de Hevea do Rio Ica-Putumayo* (loc. cit., p. 227).

(5) HUBER : *A distribuiçao das especies de Hevea no Estado do Para* (id., p. 237).

genre et la difficulté de fixer bien souvent les limites précises de l'espèce (1). MM. Labroy et Cayla ont observé également chez l'*Hevea brasiliensis* de grandes aptitudes aux variations individuelles (2). D'autre part, Whitby (3) signale de grandes différences individuelles dans la teneur en caoutchouc du latex. Pour obtenir plus d'uniformité, il faudrait, d'après cet auteur, isoler les plantes qui ont le meilleur rendement et empêcher la pollinisation par les individus mauvais producteurs ; on aurait ainsi des graines capables d'engendrer des plantes productrices à forte teneur en caoutchouc dans le latex.

Maas (4) pense de même que la productivité est bien un caractère héréditaire. Mais l'isolement complet des meilleurs exemplaires présente au point de vue technique et pratique des difficultés assez grandes. Il vaudrait mieux propager par voie végétative les meilleurs producteurs, en greffant les jeunes plantes au moyen de greffons prélevés sur des individus se distinguant par leur grande productivité.

Au point de vue *botanique*, M. Lecomte a signalé chez diverses espèces du genre *Hevea (H. brasiliensis, guyanensis, similis, Spruceana)* un dimorphisme des fleurs intimement lié à la position que les diverses fleurs occupent dans l'inflorescence (5).

Au point de vue *cultural*, l'expérience et l'observation de l'*Hevea*, tant dans son milieu naturel que dans les plantations de l'Est, nous ont peu à peu éclairé sur ses exigences au point de vue du sol et du climat. C'est ainsi que, si l'hévéa que l'on a qualifié de plante hydrophyte, recherche les sols pourvus d'une bonne humidité renouvelée, il s'accomode mal, surtout dans son jeune âge, d'un terrain constamment saturé d'eau. Pour être utilisé avantageusement, celui-ci réclame un drainage préalable (6).

(1) Huber : *Sobre a variabilidade nos caracteres das especies de Hevea e as possibilidades d'uma seleççao methodica* (id., p. 255).

(2) Labroy et Cayla : *Culture et exploitation du caoutchouc au Brésil* (Soc. Gén. d'Impression, Paris, 1913).

(3) Whitby : *Variation in Hevea brasiliensis* (Annals of Bot., Vol. XXXII, july 1919, p. 313).

(4) Maas : *Medan*, août 1919 (D'après le Bull. écon. de l'Indo-Chine, n° 142, mai-juin 1920, p. 448).

(5) Lecomte : *Sur le dimorphisme des fleurs chez les Hevea* (Bull. de la Soc. bot. de France, 1910, p. 134).

(6) *A propos de la nature du sol pour la culture de l'Hevea. Inexploitabilité des sols tourbeux*. (J. d'agric. trop., n° 105, 31 Mars 1910, p. 94).

M. Girard (1) a montré qu'en Cochinchine la saison sèche n'est aucunement défavorable pour la croissance de l'*Hevea*, étant donné les conditions particulières du sol, et cela surtout si les façons culturales permettent la mise en réserve, en suspension dans le sol, de la presque totalité des eaux de pluie. En outre, cette période de sécheresse empêche le développement des maladies cryptogamiques. Donc, contrairement aux opinions émises par les auteurs étrangers et à l'inverse de ce qui se passe dans d'autres régions, la saison sèche, sans doute grâce à la profondeur de nos terres indo-chinoises et à leur capillarité, est très favorable au rendement de l'*Hevea*. Au moment de la reprise de la végétation et de la floraison, le rendement diminue dans de grandes proportions. Les arbres paraissent à ce moment-là utiliser toutes leurs réserves, ce qui est un indice du rôle du latex dans la vie de l'arbre, et confirme ce que nous avons déjà dit sur ce sujet. En fait, il est aujourd'hui parfaitement acquis que l'*Hevea* rencontre en de nombreux points du territoire de la Cochinchine des conditions de sol et de climat entièrement favorables à sa croissance et à son rendement en caoutchouc (2).

L'*Hevea* trouve encore des conditions favorables dans toute la région méridionale des Philippines. Le terrain lui convient, la température dépasse rarement 33° et les pluies sont réparties sur toute l'année (3).

(1) GIRARD : *La culture de l'Hevea en Cochinchine. Considérations générales sur la culture et l'exploitation* (id. n° 154, avril 1914, p. 97 et Bull. éc. Indo-Chine, n° 106, janv. 1914, p. 46).

(2) *La plantation de l'Hevea en Cochinchine* (J. d'agr. trop., n° 113, nov. 1910, p. 334).

— PERNOT : *Le caoutchouc en Indo-Chine* (L'Agric. prat. des pays chauds, sept.-nov. 1911).

— MORANGE et LAN : *Le caoutchouc de plantation en Cochinchine* (Saïgon, Schneider, 1911).

— *Les plantations de caoutchouc en Indo-Chine* (Bull. de l'office col., mars 1911, p. 65).

— PERROT : *L'Hevea en Indo-Chine* (Les Grands produits végétaux des colonies françaises, Paris, Larose, 1915, p. 78).

— DUPUY : *Le caoutchouc en Indo-Chine* (Congrès d'agric. col., mai 1918, T. III, Challamel, Paris, p. 402).

— CHEVALIER, GIRARD, HALLET, JACQUÉ et ROSÉ : *L'Hevea en Indo-Chine. Notes et observations* (Congrès col. 1918, Série Saïgon).

(3) *Les plantations de caoutchouc aux îles Philippines* (Bull. écon. de l'Indo-Chine, juillet-août 1910, n° 85, p. 557).

— *Le caoutchouc de plantation aux Philippines* (id., nov.-déc. 1911, n° 93, p. 991).

— WESTER : *Rubber culture in the Philippines* (The Philipp. Agric. Rev., third qu. 1917, Vol. X, p. 201).

La culture elle-même est grandement influencée par le *labourage*, qui détermine des améliorations considérables, dues à la destruction des herbes nuisibles, à l'augmentation des réserves d'eau, à l'aération et à la transformation des éléments constituant le sol (1).

La *fumure*, dont on a si souvent nié les effets sur la production, y contribue par son action sur la végétation des arbres et, par suite, dans ses effets sur la reconstitution des écorces (2).

La réduction du nombre des arbres par hectare de 741 à 146 a également pour effet, comme l'a montré Skimmer, une augmentation soutenue du rendement en latex, par suite de l'amélioration des conditions de santé des arbres (3). Arens formule des conclusions analogues (4). M. Girard préconise même les plantations à très grands espacements avec culture intercalaire de caféiers *(Coffea robusta)* : trente hévéas à l'hectare plantés à 18^m × 18^m en tous sens (5). Le *Coffea robusta* est d'ailleurs une des cultures intercalaires que l'on préconise le plus à Java et à Sumatra. Par contre, on a abandonné la culture combinée du cacaoyer et du caoutchoutier,

— YATES : *The Growth of Hevea brasiliensis in the Philippines Islands* (The Philipp. J. of sc., Vol. XIV, may 1919, n° 5, p. 501).

— H. JUMELLE : *Culture des plantes à caoutchouc aux îles Philippines* (Le Caoutchouc et la Gutta-Percha, fév. 1919, p. 9703).

(1) GIRARD : *Le labourage des plantations d'Hevéas* (Bull. écon. de l'Indo-Chine, n° 103, juillet-août 1913, p. 762).

(2) *A propos de l'emploi des engrais dans la culture de l'Hevea* (J. d'agr. trop., n° 108, juin 1910, p. 186).

— EATON (Agric. Bull. of the Str. and F. M. St., Vol. X, n° 9) (D'après la Quinz. col., p. 373, 25 Mai 1912).

— BRAIN (id., Vol. X, n° 11) (D'après id., p. 374).

— DE JONG : *Fumure de l'Hevea* (Teysmannia, Batavia, 1914) (D'après Inst. Intern. d'Agric., Bull. rens. agricoles, n° 736, août 1914).

— GIRARD : *Notes sur la culture de l'Hevea en Cochinchine* (Bull. agricole de l'Inst. Scient. de Saïgon, n° 10, oct. 1919, p. 291).

(3) SKIMMER : *L'éclaircissement des plantations de caoutchouc d'Hevea en Malaisie* (The Agr. Bull. of the F. M. S., Déc. 1914 (D'après Inst. Intern. d'Agr., Bull. des rens. agric., n° 606, juin 1915).

(4) ARENS : *Données pratiques concernant l'influence de l'éclaircissage sur le rendement des plantations d'Hevea* (Batavia, 1917) (D'après id., oct. 1918, n° 1116).

(5) GIRARD : *De l'espacement des arbres dans les plantations d'Hevea. De l'intérêt des cultures intercalaires de caféiers dans les Hévéas et les Cocotiers* (Bull. écon. de l'Indo-Chine, mars-avril 1918, n° 129, p. 218).

depuis que Petch a montré que le chancre du cacaoyer peut causer de grands dommages à l'*Hevea* (1).

L'*Hevea* a beaucoup d'*ennemis*. Les fourmis blanches et en particulier le *Termes Gestroi* causent de très sérieux dégâts aux plantations. Pour les détruire, on conseille d'injecter des vapeurs sulfureuses ou arsénieuses à l'aide d'un ventilateur dans les galeries des fourmis (2). Un ver blanc (*Holotrichia leucophtalma*) a causé à Java des dégâts semblables à ceux signalés à Ceylan par Green et causés par le *Lepidiota pinguis* (3).

Une limace, *Mariaella Dussumieri*, s'attaque à Ceylan aux jeunes arbres et détruit leur bourgeon terminal (4). D'après Keuchenius, le *Tetranychus bioculatus*, qui a beaucoup de ressemblance avec le *red spider* du théier, cause des dégâts aux feuilles (5).

Parmi les insectes, on signale : un coléoptère longicorne *Batocera rubra* L. (6), *Dihammus fistulator* déjà connu comme perforateur des *Ficus* et *Cyrtacanthacris nigricornis* Burm. (7).

Les champignons qui attaquent l'*Hevea* sont nombreux. Sur les tiges, l'agent de la *Dieback* serait pour Bancroft le *Thyridaria tarda* n. sp., alors que la plupart des phytopathologistes, se rangeant à l'avis de Petch, incriminent le *Botryodiplodia Theobromæ* Pat. (8).

Le *Phytophtora Faberi*, que l'on retrouve sur le cacaoyer et le *Myristica fragrans*, cause à Java les maladies appelées *canker-*

(1) Cramer : *Une nouvelle culture intercalaire pour les arbres à caoutchouc de Para : le café robusta* (Bull. de la Soc. belge d'ét. col., fév. 1911, p. 101). — *Rubber and Cacao* (The Philipp. Agric. Rev., april 1911, vol. IV, n° 4, p. 215).

(2) Mathieu : *Les fourmis blanches dans les plantations d'Hévéas. Moyens pratiques de destruction* (J. d'agric. trop., n° 104, 28 février 1910).

(3) Archief voor Rubbercultuur, 1919, p. 437 (D'après Bull. of the Imp. Inst., Vol. XVIII, n° 1, jan. 1920).

(4) Green : *The rubber slug* (C. and agr. j. of the R. B. gard., Ceylon, 1911) (D'après J. d'agric. trop., mars 1913, n° 2581).

(5) Keuchenius : Teysmannia, 1915 (D'après Inst. Intern. d'agric., Bull. des rens. agricoles, nov. 1915, n° 1229).

(6) Green : *Stem and root borer of Hevea rubber* (Bull. n° 3 du Dep. of Agr. of Ceylon, Colombo, 1913) (D'après J. d'agric. trop., juillet 1913, n° 2646).

(7) Keuchenius : (Medeelingen van het Besoekich Proefstation 1917) (D'après Inst. Intern. d'agric., Bull. des rens. agricoles, oct. 1917, n° 985).

(8) Bancroft : *The Dieback fungus of Para rubber and cacao* (Kuala Lumpur, juin 1911) (D'après J. d'agric. trop., déc. 1911, n° 2313 du bull. bibliog.). — Vincens : *Maladies de l'Hevea dues au Diplodia* (Bull. agric. de l'I. S. Saïgon, nov. 1919, n° 11, p. 321).

patches (chancre à taches) et *stripe-canker* (chancre à rayures). Ce dernier *canker* existe aussi à Ceylan et dans les Etats Fédérés Malais (1).

Aux Indes, c'est un autre *Phytophtora*, le *Phytophtora Meadii* Mc. R., qui cause de sérieux dommages (2).

L'*Ustulina zonata* (Lév.) Sacc. attaque surtout le collet et le système radical de l'*Hevea*. Déjà connu sur le théier à Ceylan, où il est la cause d'une maladie des racines, il a été trouvé dans la même région sur l'*Hevea* par Petch et signalé aussi en Malaisie par Brooks (3) et Sharples (4).

Dans les Etats Fédérés Malais on rencontre encore *Stilbella Heveæ* sur les jeunes pousses et les feuilles de l'*Hevea* (5).

Enfin, au Brésil, on trouve de jeunes feuilles d'*Hevea* parasitées les unes par le *Dothidella Ulei* Henn. et les autres par le *Fusicladium macrosporum* Kuyper (6). Vincens a montré que ces deux organismes ne sont que la forme ascosporée et la forme conidienne d'une seule et même espèce (7).

La SAIGNÉE des arbres à caoutchouc dans les plantations du Moyen-Orient constitue un très intéressant chapitre d'anatomie et de physiologie appliquées et qui a donné lieu à de très nombreuses discussions. Nous signalerons seulement ici les travaux les plus importants.

De Jong, dans des expériences précises effectuées à Buitenzorg a confirmé l'hypothèse de Petch sur la direction des laticifères. Dans 300 cas sur 316 sujets examinés, il a trouvé les fibres et partant les laticifères dirigés suivant une hélice montant vers la

(1) RUTGERS (Mededeelingen van het Laboratorium voor Plantenziekten, Batavia, 1917) (D'après Inst. Intern. d'agric., Bull. des rens. agricoles, nov. 1917, n° 1094).

(2) W. Mc RAE : *A disease of the Para Rubber tree, caused by Phytophtora Meadii Mc. R.* (The Agric. J. of India, Vol. XIV, Part IV, july 1920, p. 566).

(3) BROOKS dans The New Phytologist (avril-mai 1915) (D'après Inst. Intern. d'Agric., Bull. des rens. agricoles, sept. 1915, n° 981).

(4) SHARPLES (Dans the Agric. Bull. of the F. M. S., janv. 1916) (D'après id., juillet 1916, n° 812).

(5) VRIENS (D'après id., nov. 1916, n° 1234).

(6) CAYLA : *Maladies cryptogamiques des feuilles de l'Hevea en Amérique* (J. d'agric. trop., juin 1913, p. 188).

(7) VINCENS : *Contribution à l'étude des maladies de l'Hevea brasiliensis* (Bull. de la soc. de Pathologie vég. de France, t. II, 1915).

droite. Dès lors, en saignant l'arbre vers la gauche, on coupe plus de lacitifères et on obtient un rendement supérieur de 12 °/₀ à celui obtenu avec l'arête à droite et de 6 °/₀ à celui de l'arête double (1).

Pour M. Vernet, les incisions doivent être pratiquées de façon à ne pas rompre par écartement des lèvres de la blessure ou par soulèvement de l'écorce et du liber l'équilibre hydrostatique de la zône génératrice. On ne provoquera alors, si ces conditions sont exactement remplies, ni la formation d'excroissances de turgescence, ni celle de phlyctènes. Sont donc seules pratiques les méthodes de saignée par pricking (2). Cependant le pricking paraît de plus en plus abandonné.

Campbell a étudié les effets physiologiques de la saignée en déterminant les quantités relatives d'amidon dans l'écorce et dans le bois de la surface incisée et autour d'elle. Il a constaté que, lorsque l'incision est pratiquée avec soin, ses effets restent localisés et que la quantité d'amidon contenue dans l'écorce est normale dans la plupart des cas, jusqu'au voisinage immédiat des aires incisées. Par contre, si les incisions sont trop fréquentes et si on fait un trop grand nombre d'entailles, les réserves d'amidon s'épuisent (3).

Campbell a constaté, d'autre part, que, lorsque les Hévéas sont complètement dépouillés de leurs feuilles, les quantités d'amidon contenues dans l'écorce et dans le bois ne donnent aucun signe de diminution. Par contre, il a observé une forte diminution d'amidon dans l'écorce et le bois lorsque les nouvelles feuilles allaient atteindre leurs dimensions normales. L'amidon commença à reparaître trois semaines après la formation complète des feuilles. En concordance avec ces constatations, le rendement en caoutchouc diminue notablement pendant la diminution de l'amidon. Il y aurait donc lieu de ne reprendre l'incision que trois semaines après la

(1) De Jong : *Expériences de saignées sur l'Hevea brasiliensis* (Mededeelingen van het Agricultuur Chemisch Laboratorium, Buitenzorg, 1913) (D'après Inst. Intern. d'Agric., Bull. des rens. agricoles, sept. 1913, n° 1039).

(2) Vernet : *Rapport sur les saignées de l'Hevea* (Bull. écon. de l'Indo-Chine, n° 90, mai-juin 1911, p. 331).

(3) Campbell (Depart. of Agric. Ceylon, Bull. n° 16, Colombo, mars 1915) D'après Inst. Intern. d'Agric., Bull. des rens. agricoles., sept. 1915, n° 917). — Campbell (id., Colombo, juillet 1915) (D'après id., nov. 1915, n° 1154).

formation complète des nouvelles feuilles. Par contre, on n'a pas besoin de la suspendre dès que les feuilles tombent (1).

Pour Rutgers, l'opinion de Campbell n'est pas fondée. La disparition de l'amidon dans l'écorce et dans le bois ne constitue qu'une diminution d'1/6 des réserves nutritives totales de la plante. Etant donné, d'autre part, que la saignée ne prélève que des quantités très faibles d'amidon, et cela dans un rayon très restreint autour de l'incision, Rutgers estime qu'il n'y a pas de raison sérieuse, au point de vue physiologique, pour arrêter les saignées pendant l'hivernage (2).

(à suivre).

(1) CAMPBELL : *Variations saisonnières des réserves alimentaires et leurs rapports avec les périodes de repos* (id., Bull. n° 22, Sept. 1915) (D'après id., mars 1916, n° 298).

(2) RUTGERS : *Mededeelingen van het Algemenee Proefstation der A. V. R. O. S. Rubberserie, n° 1, Batavia, 1917* (D'après id., sept. 1918, n° 988).

REVUE DES TRAVAUX
DE
PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE
PUBLIÉS DANS LE COURS DES ANNÉES 1910-1919
2me Partie : MÉSOZOÏQUE
(du Trias au Wealdien inclus)

par M. A. CARPENTIER

(fin)

---

3. *Filicales*

Osmondacées. — Nous avons déjà eu l'occasion de signaler dans la première partie de cette revue paléontologique (1) l'importance de l'étude critique et descriptive des Osmondacées fossiles due à M. Kidston et Vaughan (2). Les principaux résultats se trouvent d'ailleurs consignés dans divers travaux que nous signalons au lecteur (3).

Le genre *Osmundites* comprend des tiges à structure conservée, d'âge secondaire ou tertiaire, dont les frondes et les fructifications ne sont malheureusement pas connues, sauf dans le cas de l'espèce tertiaire *O. spetsbergensis* Nath., dont M. Kidston et Vaughan ont décrit les folioles (4).

Les deux idées générales qui résultent des études de ces deux paléobotanistes c'est que tout d'abord le cylindre ligneux continu,

(1) Cf. *Rev. gén. de Bot.*, t. XXXIV, p. 307, mai 1922.

(2) Cf. *Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, XLV, 1907 ; XLVI, 1908 ; XLVI, 1909 ; XLVII, 1910 ; L, 1914.

(3) Seward in *Fossil plants* II, pp. 332-339 — P. Bertrand in *Progressus rei botanicæ*, IV Bd., 2, pp. 189-214 ; 1912 — Pelourde, *Paléontologie végétale*, pp. 271-274.

(4) Kidston and Gwynne-Vaughan, *op. cit.* L, pp. 470-474, 1914.

non complètement interrompu par le départ des traces foliaires chez les formes les plus anciennes, a été amené un peu à la fois au stade réalisé dans l'*Osmunda regalis* actuelle. L'*Osmundites Dunlopi* du Médiojurassique de la Nouvelle-Zélande, l'*O. Kolbei* du Jurassique supérieur ou Wealdien du Cap marqueraient les étapes de cette évolution. De plus la moelle des Osmondacées serait tout entière d'origine interne, dérivant d'un cylindre ligneux homogène chez les ancêtres des Osmondacées. A ce point de vue, il est vrai, l'espèce wealdienne *O. Kolbei*, à moelle de type mixte d'après les observations de M. Kidston et Gwynne-Vaughan, serait cependant moins évoluée que l'*O. Dunlopi* d'âge plus ancien. Dans un article plus récent sur l'*O. Dunlopi* M. Sinnott émet quelques doutes sur l'existence d'une moelle mixte chez l'*O. Kolbei* (1). On trouvera d'ailleurs dans l'article cité en note de M. Bertrand la critique des idées de MM. Jeffrey, Faull, Sinnott, non partisans du mode de médullation intrastélaire chez les Osmondacées.

De l'avis de M. Seward (2) les frondes des *Todites*, *T. Williamsoni* par exemple et probablement celles du *Cladophlebis denticulata* Brongt. ont des affinités osmondacéennes. Cependant la disposition de l'anneau sur les sporanges des *Todites* du Yorkshire diffère quelque peu de la plaque apicale des sporanges des Osmondacées actuelles, d'après l'examen de M. Thomas (3).

D'autre part M. Halle (4) qui a étudié les sporanges du *Pecopteris undans* Lindl. et Hutton (considéré d'ordinaire comme la fronde fertile du *Cladophlebis denticulata*) trouve leurs sporanges très voisins de ceux du genre *Todites*, dont ils diffèrent surtout par leur distribution. M. Halle a désigné ces sporanges sous le nom de *Cladotheca (Cl. undans)* ; ils se distinguent nettement de ceux du *Todites Rœsserti* que Zeiller a pu étudier dans sa flore du Rhétien tonkinois.

Schizéacées. — Nos connaissances sur la distribution de cette famille durant le secondaire se sont précisées ces dernières années.

(1) Sinnott : Some jurassic Osmundaceæ from New Zealand (*Annals of Botany*, XXVIII, pp. 471-479 ; pl. XXXVII).

(2) Seward, *Fossil plants* II, pp. 339-346.

(3) H. Hamshaw Thomas in *Proc. Cambridge Philosophical Soc.*, XVI, part 4 p. 385 ; 1911.

(4) Halle in *Arkiv för Botanik*, X, N° 15, pp. 1-10; 1911.

M. Gothan (1) a signalé dans la flore infraliasique de Nuremberg les pinnules fertiles du *Sphenopteris Brauni* Gœppert ; les sporanges d'un genre nouveau *Norimbergia* sont voisins de ceux du genre fossile *Kluckia* (Schizéacées). Ce dernier existait durant le Wealdien, comme le prouve l'étude d'une fougère fertile du Pérou, que R. Zeiller (2) a rapprochée du *Pecopteris browniana* Dunker.

Le genre *Ruffordia*, dont N. Seward avait souligné les affinités avec les Schizéacées (3), doit être attribué à cette famille, d'après une note toute récente de M. Halle (4), dont nous devons remettre l'analyse à la prochaine revue.

De plus il paraît bien que plusieurs empreintes du Jurassique et du Wealdien ont été rapportées à tort aux Ginkgoales et appartiennent en réalité aux Schizéacées ; tel le *Baieropsis expansa* Font. que M. Berry (5) classe dans son nouveau genre *Schizæopsis* et qui provient du *Néocomien* de la Virginie.

Cyathéacées. — M. Thomas (6) a examiné les sporanges et les spores du *Coniopteris hymenophylloides* Brongt. sp. du Bajocien du Yorkshire et de Kamenka (Russie) et a précisé les affinités de ce genre *Coniopteris* avec les Cyathéacées actuelles.

Le même paléobotaniste a créé un nouveau genre *Eboracia* pour désigner les spécimens fertiles du *Cladophlebis lobifolia* Phill. Les sporanges ne sont pas conservés ; la disposition des sores et la forme des spores ont pu être observées sur des échantillons provenant du Médiojurassique du Yorkshire. Ce genre, autant qu'il est connu, présente plus de rapports avec le genre *Coniopteris* et les Cyathéacées qu'avec le genre *Todites* et les Osmondacées.

D'après M. Thomas (7) les caractères du genre *Stachypteris*

(1) Gothan *op. cit.* (*Abhandl. d. Naturhistorischen Gesells. Nürnberg*, XIX, Bd. IV, pp. 19-21 ; pl. 18, fig. 6-8, 1914).

(2) R. Zeiller in *Rev. Gén. de Botanique*, t. 25 bis, p. 7, 1914.

(3) Seward in *Quart. Journ. Geol. Soc.*, LXIX, p. 91, 1913.

(4) Halle in *Arkiv för Botanik*, Bd. 17, N° 1, pp. 11-13, 1921.

(5) Berry : Lower Cretaceous pp. 214-219, pl. XXII, fig. 1-9, text-fig. 2, (*Maryland Geol. Survey*, 1911) — (*Annals of Botany*, XXV, pp. 193-198 ; pl. XII, 1911).

(6) H. Hamshaw Thomas : On the spores of some jurassic ferns (*Proc. Cambridge Phil. Soc.*, XVI, pt. 4, pp. 384-388, pl. III, 1911).

(7) S. H. H. Thomas : *Stachypteris Hallei*, a new jurassic fern (*Ibid.*, XVI, pt. 7, pp. 610-614, pl. IV, 1912).

Pomel en font un intermédiaire entre les Schizéacées et les Cyathéacées.

Dans la flore bajocienne de l'Afghanistan (1) M. Seward a signalé, sous le nom générique nouveau *Haydenia*, une fougère qui par la forme de ses folioles et de ses sores rappelle beaucoup le *Thyrsopteris elegans (Cyathéacées)* actuel de Juan Fernandez.

Gleichéniacées. — Cette famille de fougères se développait en Europe à la fin du Jurassique et dès le début du Crétacé. Les Gleichéniacées entrent dans la constitution de la flore kimmeridgienne du Sutherland étudiée par M. Seward (2), dans le Wealdien d'Angleterre, du Nord de la France, de la Belgique et d'Allemagne (3).

Matoniées-Diptéridées. — M. Seward a mentionné récemment (4) la découverte (due à M. Bommer) dans le Wealdien Belge d'un rhizome de *Matonidium*, qui démontre les affinités étroites de ce genre fossile et des *Matoniacées* actuelles. Dans cette même note, dont nous devons à regret renvoyer l'analyse à la prochaine revue, M. Seward se range à l'avis de Nathorst et de M. Halle (5) et laisse pour l'instant dans une famille spéciale, les *Camptoptéridinées*, certains genres de fougères mésozoïques *(Dictyophyllum, Thaumatopteris, Camptopteris, Clathropteris)*. Quant au genre *Hausmannia* Dunk., il apparaît à M. Halle (6) comme plus proche voisin des *Dipteris* que ne le sont les *Dictyophyllum* et les *Thaumatopteris*.

Marattiacées. — Elles ont atteint un grand développement durant le Rhétien et l'Infralias en Suède, en Allemagne, au Tonkin... Mais dans bien des cas l'étude critique des spécimens fertiles et de leurs rapports avec les genres de Marattiacées actuelles paraît s'imposer.

Dans le Yorkshire, où le genre *Marattiopsis sensu stricto* n'avait

(1) A. C. Seward, *Mem. Geol. Surv. India*, N. S. IV, N° 4, p. 13.

(2) Seward in *Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, XLVII, pt IV, pp. 663-667.

(3) S. Seward, Wealden floras (*The Hastings and East Sussex Naturalist*, II, N° 3, p. 136, 1914).

(4) A. C. Seward in *The Linnean Soc. Journal. Botany*; XLVI, p. 230, 1922.

(5) Halle in *Arkiv för Botanik*, Bd. 17, N° 1, p. 19, 1921.

(6) Id. *Ibid.* p. 21.

pas encore été remarqué, M. Thomas (1) l'a découvert dans le *Médiojurassique* du district de Cleveland. En Écosse M. Seward l'a signalé dans sa flore *kimméridgienne* du Sutherland (2). Les fossiles du Yorkshire et d'autres frondes fertiles étudiées par M. Antevs (3) et provenant de l'*Infralias* de Hoer sont si bien conservés que l'identité de leurs fructifications et des synangiums du genre *Marattia* peut être considérée comme prouvée.

Genre *Knorripteris* Potonié. — Le *Knorripteris (Adelophyton) Jutieri* Renault sp. est une fougère à stipe dressé de structure singulière, comme l'a démontré M. Bertrand dans un mémoire détaillé (4). Ce stipe possède un cercle libéro-ligneux normal formé d'un anneau libérien discontinu et de sept masses ligneuses sortantes et au centre de ce cercle un cordon ligneux réparateur unique à parcours hélicoïdal, suivant l'interprétation de M. Bertrand (5). Cette structure si particulière, l'indépendance relative du bois et du liber, font de ce fossile un type absolument à part. M. Bertrand de même que M. Hörich (6), qui a repris l'étude d'un second spécimen provenant du Muschelkalk de Haute-Silésie, sont d'accord pour placer ce fossile parmi les fougères ; M. Hörich propose de créer pour ce type singulier d'âge triasique la famille des *Knorriptéridacées*.

Appendice. — Genre *Weichselia* (filicoïde *incertæ sedis*).

Le *W. reticulata* Stokes et Webb (= *W. Mantelli* Brongt.) a fait l'objet de recherches suivies de la part de plusieurs paléobotanistes.

(1) H. Hamshaw Thomas *op. cit.* in *Quart. Journ. Geol. Soc.*, LXIX, pp. 228-230 ; pl. XXIII, figs. 1-5 ; 1913.

(2) A. C. Seward *op. cit.* in *Trans. Royal Society Edinburgh*, XLVII, part IV, N° 23, p. 670 ; pl, II, figs. 28, 29.

(3) E. Antevs *op. cit.* in *Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handl.* Bd. 59, N° 8, pp. 21-23 ; pl. II, figs. 2-13 ; pl. VI, fig. 40 ; 1919.

(4) P. Bertrand : Étude du stipe de l'*Adelophyton Jutieri* (B. Renault) 40 pages, 4 planches (*Mém. Soc. des Sciences de Lille* et *Mém. Soc. géol. du Nord*, 1907).

(5) Voir aussi P. Bertrand : Nouvelles remarques sur le *Knorripteris (Adelophyton) Jutieri* (*Ann. Soc. gén. du Nord*, XL, pp. 278-288, 1 fig., 1911).

(6) O. Hörich : *Knorripteris mariana* (*Abbild. u. Beschreibungen foss. Pflanzen*. Lief. VII, 134, 19 pages, 16 fig., 1910) — *Knorripteris Jutieri*, ein eigenartiger Farnstamm aus dem Muschelkalk (*Palæobotanische Zeitschrift* Bd. I, pp. 42-46 ; 1912).

M. Bommer (1) d'après l'étude des tiges, pétioles, fructifications, est porté à placer le *W. reticulata* près des Matoniées. R. Zeiller voit plutôt des rapports de parenté entre ce *Weichselia* et les *Marattiacées* dans la structure des pétioles et la constitution, d'ailleurs encore mal connue, des synangiums (2).

D'après M. Gothan et M. Florin (3), qui a étudié la structure des stomates, le *W. reticulata* était une xérophyte. Ce dernier paléobotaniste hésite, pour classer le *Weichselia*, entre les Fougères et les « Fougères à graines ». Somme toute il faut pour l'instant laisser le *W. reticulata* parmi les plantes filicoïdes *incertæ sedis*.

b. *Gymnospermes*

1. *Cordaitales* (4)

Ce groupe de plantes, qui s'épanouit durant le Carbonifère et le Permien, a-t-il persisté au Mésozoïque? Certaines découvertes semblent bien confirmer cette idée énoncée déjà par Compter, Lignier, Zeiller etc...

Fliche (5) attribue aux *Cordaitales* des feuilles considérées par Schimper et Mougeot comme des Monocotylédones et que M. Seward (6) a récemment proposé de classer dans un genre nouveau, g. *Pelourdea*. Ces *Pelourdea* sont signalés par Arber (7) et M. Wills (8) dans le Trias anglais.

Des feuilles rubanées à nervures parallèles, comparables à celles des *Cordaïtes*, ont été observées par Gothan (9) dans l'Infralias de

(1) C. Bommer : Contribution à l'étude du genre *Weichselia* (*Bull. Soc. roy. de Bot. de Belgique*, XLVII, 1910, pp. 296-304, 1 pl.).

(2) R. Zeiller : Sur quelques plantes wealdiennes recueillies au Pérou par M. le Capitaine Berton (*Rev. génér. de Botanique*, XXV bis, 1914, p. 11-19).

(3) Gothan in Potonié : *Abbild. u Beschreib. foss. Pflanzen.* Lief. 1910, S. 11. — Florin : Zur Kenntnis der *Weichselia reticulata* (*Svensk Botanisk Tidskrift* Bd. 13, h. 3-4, pp. 305-310 ; 1919).

(4) Cf. A. C. Seward, *Fossil plants*, III, pp. 277-281.

(5) Fliche, *Flore fossile du Trias*... pp. 167-180

(6) Seward, *loc. cit.* p. 278.

(7) N. Arber in *Geological Magazine*, Dec. 5, VI, pp. 11-14, 1909

(8) Wills in *Proc. Geol. Assoc.*, XXI, p. 249

(9) Gothan, *op. cit.* Nürnberg, p. 73, 1914.

Nüremberg et placées parmi les Gymnospermes *incertæ sedis;* ces feuilles sont detachées, tandis que celles qui proviennent du Rhétien de Scanie et que M. Halle (1) a fait connaître sous le nom de *Phyllotenia* (?) *hadroclada* sont disposées en ordre spiralé sur une tige ; leurs cicatrices sont allongées transversalement, trait commun avec les *Cordaites*.

Des feuilles rectinerviées, semblables à celles des *Cordaites*, sont aussi décrites par M. Wieland (2) comme provenant de la base du complexe rhétien-liasique de la Mixteca Alta.

2. *Ptéridospermées ou Cycadophytes (ou incertæ sedis)*

On sait jusqu'à présent peu de chose sur les Ptéridospermées mésozoïques. Si la connexion était prouvée entre le *Glossopteris indica* et les organes cupuliformes de genre *Ottokaria* qui leur sont associés, on aurait une preuve de la persistance des Ptéridospermées au début du secondaire (3). Ce *Glossopteris* est signalé par Zeiller dans le Rhétien du Tonkin.

D'autres fructifications ont été rapportées avec plus ou moins de raisons à des Ptéridospermées. M. Krasser (4) a signalé plusieurs genres nouveaux d'inflorescences mâles dans le Keuper de Lunz en Basse-Autriche : le *Lunzia austriaca* désigne des microsporophylles ayant la forme de pennes de fougères, dont les folioles portent sur leur face interne plusieurs rangées de synangiums elliptiques brièvement pédicellés ; chaque synangium comprend 4 microsporanges. Les affinités de ce genre sont complexes ; il se place sans doute parmi les Cycadophytes inférieures. L'inflorescence désignée sous le nom de *Discostrobus* rappelle par certains traits les *Crossotheca* du Houiller.

L'*Antholithus Zeilleri* du Rhétien de Scanie est une inflorescence mâle dont les microspores ressemblent à celles du Ginkgo ou des

(1) HALLE : A gymnosperm with cordaitean-like leaves from the Rhætic beds of Scania (*Arkiv. for Botanik*, IX, n° 14, p. 1-5, 1910).

(2) WIELAND in *Boletin Instituto Geolog. Mexico*, N° 31, pp. 109-117 ; 1914.

(3) Cf. SEWARD et SAHNI in *Mem. of the Geological Survey of India*, N. S., VII, Mem. N° 1, p. 12, 1920.

(4) F. KRASSER : Stüdien über die fertile Region der Cycadophyten aus den Lunzer-Schichten (*Denksch. d. kais. Akad. d. Wiss. math.-naturw. Klasse*, 99 Bd., 66 s., 4 Taf., Wien, 1917).

Cycadées. Nathorst et M. Antevs (1) tendent à considérer cette inflorescence comme la fructification mâle du *Lepidopteris Ottonis*, avec lequel on la trouve associée. Nathorst, sans exclure la possibilité de rattacher l'*Antholithus Zeilleri* aux Cycadophytes, y voyait plutôt une inflorescence de Ginkgoale. M. Antevs est porté à admettre la première hypothèse : ce serait l'inflorescence de l'une de ces Cycadophytes inférieures, issues des Ptéridospermées primaires et à sporophylles déjà différenciés des feuilles végétatives. Pour la place à assigner à cet *Antholithus* et à d'autres « inflorescences de « *Baiera* » d'âge triasique ou rhétien, on peut se demander, comme le fait M. Krasser (2) dans une étude sur le Keuper de Lunz, si elles appartiennent aux Ginkgoïnées ou à quelques Cycadophytes.

Genre *Thinnfeldia* Ettingshausen. — G. *Cycadopteris* Zigno. — Des études nombreuses ont paru sur les *Thinnfeldia* et genres voisins (*Pachypteris* Brongt., *Scleropteris* de Saporta etc...). On ne peut songer à en donner l'analyse. On trouvera une synthèse de la question dans un important mémoire de M. Antevs (3) sur le genre *Thinnfeldia* et sur le genre nouveau *Dicroidium* Gothan (4), spécial au continent de Gondwana et qui comprend le *D. (Thinnfeldia) odonpteroides* Morris sp. par exemple. La bifurcation des frondes, la disposition éparse et la structure même des stomates offriraient, selon M. Gothan, des caractères suffisants pour distinguer ce genre nouveau. Des spécialistes, tels que M. Seward et M. Halle (5) ne partagent pas cette manière de voir.

Quelle place attribuer aux *Thinnfeldia* dans la classification ? Notons la tendance marquée à les éloigner des Fougères pour les ranger parmi les Gymnospermes. M. Seward, M. Antevs se demandent si ce ne sont pas des Ptéridospermées ; M. Gothan les incorpore

(1) E. Antevs, *Lepidopteris Ottonis* (Gœppert) and *Antholithus Zeilleri* Nath. (*Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar*, LI, N° 7, pp. 1-18 ; pl. I-III ; 1914).

(2) F. Krasser. *ibid*. pp. 52-57.

(3) Antevs : Die Gattungen *Thinnfeldia* Ett. u. *Dicroidium* Goth. (*Kungl. Svensk. Vetenskaps. Handl.*, Bd. 51, N° 6 ; 71 pages ; 5 pl. 1914).

(4) Gothan : Uber die Gattung *Thinnfeldia* (*Naturh. Gesellsch. Nürnberg*. Bd. 19, III, pp. 67-80 ; pl. 13-16 — Bd. 19-IV ; 1912).

(5) A. C. Seward : Jurassic plants from Cromarty (*Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, XLVIII, pt. IV, p. 869 ; 1913) — Halle : *The Mesozoic Flora of Graham Land*, p. 41 ; 1913.

résolument dans le groupe des Cycadophytes (1). On a souvent argué de la structure des stomates pour les comparer aux Cycadées, aux Cycadophytes, aux *Phyllocladus* etc... En l'absence de renseignements sur leurs fructifications il n'est pas possible de déterminer exactement leur place. M. Gothan (2) a bien signalé la présence d'un nouveau genre de strobile (g. *Bernettia)* qui pourrait se rapporter aux *Thinnfeldia* et M. Thomas (3) a bien découvert dans le Yorkshire de petits organes ressemblant à des graines dans un lit rempli de feuilles qu'il rapporte au genre *Thinnfeldia ;* mais il faut attendre d'autres découvertes la solution du problème posé (4).

Près des *Thinnfeldia,* dans le groupe des *Ptéridospermées* ou dans un groupe voisin de Gymnospermes mésozoïques, M. Antevs (5) a placé le *Cycadopteris Brauniana* Zigno. Il distingue deux espèces, parmi les empreintes de *Cycadopteris* du Nord de l'Italie : le *Cycadopteris Brauniana* et le *C. Zeilleri.* Dans ce cas comme pour les *Thinnfeldia* on ne sait rien des fructifications. M. Gothan classe les *Cycadopteris* avec les *Thinnfeldia* parmi les Cycadophytes (6).

3. *Cycadophytes*

Classification. — Ce groupe important de Gymnospermes comprenait, dans l'acceptation de Nathorst (1902), les *Cycadales* actuelles (Cycadées, Zamiées) et fossiles, les *Bennettitales* et peut-être d'autres ordres à définir.

On sait peu de chose des Cycadales mésozoïques ; par contre les *Bennettitales* constituent l'un des groupes les plus importants et les plus intéressants de la paléobotanique. De 1909 à 1920 M. Scott,

(1) GOTHAN *op. cit.* Die unter-liassische Flora der Umgegend von Nürnberg *(Abh. d. Naturhistorischen Gesells. Nürnberg*, XIX, Bd. IV, p. 23, 1914).

(2) GOTHAN, *ibid.* 1914, pp. 58-61.

(3) H. THOMAS : The *Thinnfeldia* leaf-bed of Roseberry Topping (*Naturalist*, 1915, Jan. 1, p. 13).

(4) Cf. R. FLORIN : Bemerkungen über die systematische Stellung der Gattung *Thinnfeldia* (*Svensk Botanik Tidskrift*, Bd. 13, h. 3-4, p. 311 ; 1919).

(5) E. ANTEVS : Einige Bermerkungen über *Cycadopteris Brauniana* Zigno und C. Zeilleri n. sp. *(Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandl*, CCCVII, p. 376-384 ; Taf. VIII ; 1915).

(6) GOTHAN *op. cit.* Nürnberg, 1914, p. 114.

Pelourde, MM. Wieland, Seward et Berry ont successivement noté les progrès réalisés dans l'étude des Cycadophytes secondaires (1).

Dans le troisième volume de *Fossil plants* M. Seward emploie ce terme de *Bennettitales*, d'usage courant parmi les paléobotanistes européens, pour désigner les *Cycadeoidea*, les *Williamsonia* et genres alliés.

Le savant spécialiste américain M. Wieland (2) dans le second volume de son *American fossil Cycads* discute la position systématique des *Cycadéoïdées (Cycadeoidea, Bennettites)* qui constituent une division de même rang que les *Williamsoniées* parmi les Bennettitacées. Dans une plus récente classification M. Wieland abandonne ce dernier terme (3). Les Cycadophytes *lato sensu* comprennent, d'après lui, les Cycadales (Cycadacées. *Incertæ sedis* : Pseudocycadées, Podozamitées), les Hémicycadales, comme aussi les Cycadofilicales, les Medullosées, les groupes hypothétiques (Proangiospermes de Saporta, Hémiangiospermes Arber et Parkin).

Les *Hémicycadales*, qui nous intéressent ici, ont des affinités avec les Cycadées par l'organisation et la structure de leur appareil végétatif, mais en diffèrent par les caractères de leurs inflorescences. Les rapports avec les Cycadées sont plus ou moins marqués, aussi M. Wieland est-il amené à distinguer parmi les Hémicycadales : 1° les Péricycadéoïdacées, plus rapprochées des Cycadées, et comprenant les Cycadeoïdées *(Cycadeoidea)* et les Williamsoniées ou tribu des *Williamsonia* ; 2° les Apocycadéoïdacées, plus éloignées des Cycadées et divisées en Microflorées et Holophytées.

Cet essai de classification des Hémicycadales, qui correspondent aux Bennettitales, a l'avantage de partir d'un type fossile bien connu *(g. Cycadeoidea)* dans son appareil végétatif et ses inflorescences ; d'éloigner de ce type, les genres *Wielandiella* et *William-*

(1) D. H. Scott : *Studies in fossil botany*, pp. 554-603, 1909 — F. Pelourde : les progrès réalisés dans l'étude des Cycadophytes de l'époque secondaire (*Progressus rei botanicæ*, V, 2, pp. 129-163, 1916) — G. R. Wieland : On the Williamsonian Tribe *(American Journal of Science*, XXXII, pp. 433-476, 1911) — Id. in *Encyclopedia Americana*, Ed. 1919, pp. 354-360. — A. C. Seward, *Fossil plants*, pp. 366-477, 1917 — E. Berry, *Palæobotany (The Smithsonian report for 1918* pp. 340-348 1920).

(2) G. R. Wieland : American fossil Cycads, vol. II. 277 pages ; 97 text-figs ; 58 plates (published by *the Carnegie Institution of Washington*, 1916).

(3) Id. Classification of the Cycadophyta (*The American Journal of Science* XLVII, pp. 391-406, 1919).

soniella, aux petites inflorescences d'organisation plus simple que celle des *Cycadeoidea* ou *Williamsonia* et dont la tige divisée en dichotomie diffère du type Cycas. Le groupe des Holophytes, dont le nom même peut prêter à la critique, comprend les frondes des genres *Anomozamites, Nilssonia, Tæniopteris, Ctenis, Ptilozamites*. Cependant Nathorst et M. Thomas ont de bonnes raisons de penser que certaines frondes de genre *Anomozamites* ou de genre *Tæniopteris* étaient portées par les tiges qui avaient pour fructifications les inflorescences de genre *Wielandiella* ou de genre *Williamsoniella*. Nous verrons aussi que, d'après l'étude des cuticules, M. Thomas et Miss Bancroft ont été amenés à distinguer deux séries parmi les frondes de Cycadophytes mésozoïques ; or, à ce point de vue très spécial il est vrai, les *Nilssonia* se distinguent nettement des *Tæniopteris* et fournissent le type d'une série (les *Nilssoniales*).

Distribution. — Sur la distribution des Cycadophytes secondaires on lira avec intérêt diverses notes ou quelques chapitres de mémoires de M. Wieland (1) de M. Seward (2), de M. Halle (3), de M. Knowlton (4).

Elles apparaissent au Permien, prennent la prépondérance parmi les Gymnospermes dans le Keuper de Lunz (Autriche) et la maintiennent jusqu'à la fin du Wealdien. Elles caractérisent donc le Jurassique, atteignent pour la première fois au Rhétien de notables proportions et leur maximum de développement à la base du Lias (Oaxaca, Mexique) ; elles déclinent à dater du Wealdien et n'ont plus guère que de rares représentants dans les flores du Crétacé supérieur. Les Conifères les remplacent comme groupe dominant de Gymnospermes à l'Infracrétacé. Ce résumé est emprunté au chapitre de l'*American fossil Cycads* qui a trait à la distribution des Cycadophytes.

(1) G. R. Wieland : *American fossil Cycads*, II, pp. 206-218 ; maps fig. 87-89. — The Liassic Flora of the Mixteca Alta of Mexico (*The American Journal of Science*, XXXVI, pp. 270-274, 1913) — Distribution and relationships of the Cycadeoids (*The American Journal of Botany* VII, pp. 154-171, 1920).

(2) A. C. Seward in *Mem. of The Geological Surv. of India*. N. S. IV, Mem. N° 4, p. 28 — Id. in *Hastings and East Sussex Naturalist*, II, N° 3, pl. II, 1914.

(3) T. G. Halle *op. cit.* The Mesozoic Flora of Graham Land, passim, pp. 57-58, 63-64, 67, 70.

(4) Knowlton *op. cit. U. S. Geol. Surv. Prof. Paper* 85 D, p. 43, 1914.

Travaux relatifs au genre Cycadeoidea et au genre Bennettites (appareil végétatif). — Le groupe des *Cycadeoidea* et des *Bennettites* étant plus récent (Jurassique Supérieur-Infracrétacé) que celui des *Williamsoniées* il paraîtrait plus logique de commencer par ce dernier. Mais le genre *Cycadeoidea* de Buckland est plus anciennement connu.

M. Seward a traité la question de la distinction des deux genres *Cycadeoidea* et *Bennettites* (1). Dans un sens restreint le genre *Cycadeoidea* désignerait des tiges cycadéennes dépourvues des pédicelles latéraux courts portant les inflorescences ; tandis que le terme *Bennettites* s'appliquerait à des tiges portant des inflorescences sessiles ou subsessiles, émergeant entre les bases des pétioles. M. Wieland n'admet pas cette distinction comme fondée ; les tiges qui ne possèdent pas de pédicelles sont trop jeunes pour en porter, en sorte qu'une même tige avant et après l'apparition des fructifications serait, d'après lui, tout d'abord un *Cycadeoidea* puis un *Bennettites*. L'emploi de deux termes génériques lui paraît donc superflu. Faut-il attacher plus d'importance à la présence, dans certaines tiges de *Bennettitales* aptiens, de plusieurs anneaux concentriques de bois et liber, et voir là l'une des caractéristiques du genre *Cycadeoidea* de Carruthers, comme l'admet Miss Stopes (2). M. Wieland (3) ne partage pas cette opinion et pense que la présence d'assises cambiales surnuméraires dépend de l'âge des tiges et n'est pas à même de fournir des caractéristiques d'ordre générique. Cependant dans la pratique M. Wieland emploie lui-même le terme de *Bennettites* pour des espèces très connues sous ce nom générique (*B. Gibsonianus*, par exemple).

L'ouvrage le plus considérable, qui ait paru sur les *Cycadeoidea* (incl. *Bennettites*) dans la dernière décade, est sans conteste le second volume de l'*American fossil Cycads* de M. Wieland, qui restera comme « l'une des œuvres capitales de la paléobotanique », ainsi que l'écrivait R. Zeiller en 1908, après l'examen du premier volume.

Six chapitres de ce nouveau volume sont consacrés à l'étude des

(1) A. C. Seward. *Fossil plants*, III, pp. 369-372.

(2) Stopes. Catalogue of the Cretaceous Flora, II, p. 297.

(3) Wieland. *American fossil Cycads*, p. 120.

nombreux *Cycadeoidea* trouvés dans le Wyoming et le South Dakota (Etats Unis) et qui proviennent surtout de trois gisements : des couches à minerai de fer de la formation de Patuxent (Wealdien) du Maryland ; de la formation de Morrison des Freeze Hills (Wyoming) et surtout de l'Infracrétacé des Black Hills, (South Dakota).

Les belles planches phototypiques qui accompagnent le mémoire de M. Wieland permettent de se rendre compte du port de ces *Cycadeoidea*. Certains troncs colonnaires ont été trouvé par centaines dans la vallée des Cycas du célèbre gisement de Piedmont-Black Hawk dans les Black Hills. Le *C. Jenneyana* atteint 1 m. 30 de hauteur, le *C. ingens* est moins élevé mais de diamètre plus grand (0 m. 60). D'autres formes sont pygméennes ; elles abondent dans les Freeze Out Hills (Wyoming) ; c'est pour elles que Ward avait voulu créer le genre *Cycadella*. Les *Cycadeoidea* de la localité de Minnekahta (Black Hills) offrent des espèces ramifiées de diverses tailles : le *C. nana*, la plus petite des espèces ramifiées, le *C. dacotensis*, le *C. marshiana* formes massives à nombreux rameaux bulbiformes.

Les spécimens les plus remarquables sont le *C. Dartoni* ou *Cycadeoidea* d'Hermosa, dans le South Dakota, dont le tronc colonnaire ne porte pas moins de cinq à six cents cônes ovulifères en général bien conservés et le *C. Wielandi* de Minnekahta, dont la fine série de cônes ovulifères constitue l'un des joyaux de la paléobotanique.

Quatre planches du mémoire de M. Wieland illustrent certains détails histologiques de ces tiges de *Cycadeoidea*. La moelle d'ordinaire assez large, comme chez les Cycas, peut se réduire rapidement vers la base de certaines tiges. Les cylindres de bois sont parfois denses, compacts, et offrent des zones d'accroissement (*C. Dartoni*). Les rayons médullaires du *C. Paynei*, du *C. Dartoni* ont des cellules ponctuées de même que ceux du *Bennettites gibsonianus* de l'Aptien anglais. Le bois secondaire est formé essentiellement d'éléments scalariformes. Faut-il souligner ce trait et le considérer comme distinguant la structure du bois des *Cycadeoidea* d'avec celle des Cycadées dont les trachéides sont ponctuées ? On sera peu disposé à exagérer ce trait distinctif, si l'on se rappelle que parmi les Cycadées actuelles le genre *Stangeria* a des trachéides de ce même

type scalariforme et que, d'après M. Chamberlain (1) on passe facilement chez *Dioon* du type ponctué à un type scalariforme, que de plus on a observé des trachéides ponctuées chez le *Cycadeoidea micromyela* Morière, chez le *Cycadeoidea Dartoni* et d'autres espèces (2).

On peut signaler de suite que des trachéides du type scalariforme ont été observées par Miss Stopes (3) dans de petites racines appartenant sans doute au *Bennettites Saxbyanus* du Wealdien anglais. Ces racines mesurent seulement 1 millimètre de diamètre et devaient naître de bourgeons adventifs à la base des anciennes feuilles.

Notons aussi en ce qui concerne les faisceaux des bases foliaires que, d'après M. Wieland (4), le bois centripète peut être réduit à un ou deux éléments et même disparaître dans certaines formes. Les variations de ce bois centripète restent encore à préciser, comme d'ailleurs bien des points de l'anatomie.

Williamsoniées (Tribu des *Williamsonia* Wieland). — Il est difficile pour l'instant d'établir des définitions nettes et des limites tranchées dans le groupe des Bennettitales. Quels sont tout d'abord les caractères distinctifs entre le genre *Cycadeoidea* (*Bennettites*) et le genre *Williamsonia*? M. Seward (5) après avoir discuté les diagnoses données par Carruthers (1870) des genres *Bennettites* et *Williamsonia*, retient comme probablement fondée la distinction basée sur la position des inflorescences. « Chez *Bennettites* les rameaux fertiles sont latéraux et axillaires et les strobiles sont partiellement enclos dans les bases pétiolaires ou ne dépassent que très peu la surface de la tige, tandis que chez *Williamsonia* le tronc principal porte des rameaux fertiles relativement longs et dans sa région apicale ». Ce caractère distinctif est d'une application impossible quand on ne possède que des inflorescences isolées.

(1) Ch. J. Chamberlain : The living Cycads, p. 77. The University of Chicago Press.

(2) Cf. Wieland : Cycadeoid wood structure (*Science*, N. S. XLVII, N° 1206, pp. 141-142 ; 1918).

(3) M. Stopes. (*Annals of Botany*, XXXI, pp. 257-259 ; pl. XIV ; 1917).

(4) Wieland, *American fossil Cycads*, pp. 74, 75.

(5) Seward in *Philos. Trans. Royal Soc. London*, Ser. B, vol. 203, pp. 119, 120, 1912.

Les tiges des *Williamsonia* sont d'ailleurs peu connues. On trouvera quelques pages sur ce sujet dans l'*American fossil Cycads* (1). M. Wieland fait remarquer que dans beaucoup de tiges de *Williamsonia* on constate une alternance de zones courtes correspondant aux bases foliaires caduques et de zones plus longues garnies des bases des écailles plus persistantes. M. Wieland place ici le genre *Bucklandia*, le genre *Yatesia*. On connaît depuis longtemps l'association de semblables tiges avec des frondes de *Ptilophyllum* dans le Lias des Rajmahal Hills (Bengale). Fort heureusement Miss Bancroft (2) a pu utiliser des matériaux de cette provenance qui sont silicifiés, transformés en « porcellanite » et dont les coupes minces traitées par la méthode d'immersion par l'huile ont pu donner de très utiles renseignements. Une tige de *Williamsonia* associée à des feuilles de *Ptilophyllum* s'est montrée posséder à la fois certains caractères de *Cycadeoidea* et des traits anatomiques de Cycadées. Le bois est plus compact que chez les Cycadées, mais formé de trachéides ponctuées du type Cycas. La moelle au lieu de canaux à gomme possède des poches sécrétrices comme celle de *Cycadeoidea*, etc... La structure des tiges de *Williamsonia* est trop peu connue pour tirer de ces observations limitées des conclusions générales. Il est cependant important de noter que dans cette tige relativement ancienne le type de bois est plus compact que chez les Cycadacées et la plupart des *Cycadeoidea*.

Frondes de Cycadophytes. — M. Seward leur a consacré un chapitre de *Fossil plants* (3) et M. Wieland (4) quelques pages de son *American fossil Cycads*; on trouvera aussi des renseignements sur certains genres et leur diagnose dans la *Flore de Graham* de M. Halle (5), sur les *Ptilozamites* de Suède dans un mémoire de M. Antevs (6), sur le genre *Nilssonia* dans un mémoire de Nathorst (7).

(1) pp. 186-191.

(2) N. Bancroft : On some indian jurassic Gymnosperms (*The Transactions of the Linnean Soc. London*, 2nd ser. Bot. VIII, pt 2., pp. 77-79, 1913).

(3) A. C. Seward, *op. cit.* ch. XXXIX.

(4) Wieland, *op. cit.* 1916, p. 175-186.

(5) Halle, *op. cit.* p. 54.

(6) E. Antevs : The Swedish species of *Ptilozamites* Nath. (*Kungl. Svenska Vetenskapsak. Handl.*, LI, N°, 10, 3 pl., 1914).

(7) Nathorst in *Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handl*, Bd. 43, N° 12, 1909.

La structure intime des frondes est encore peu connue. Dans de jeunes frondes de *Cycadeoidea* (*C. dacotensis, C. ingens*), que M. Wieland (1) a représentées, le tissu palissadique est bien développé, chaque faisceau est entouré d'une gaine scléreuse reliée au tissu scléreux hypodermique.

Les frondes de genre *Ptilophyllum* et *Dictyozamites* du Lias des Rajmahal Hills (Bengale), dont Miss Bancroft (2) a examiné les coupes, possèdent un mésophylle palissadique comme certains *Zamia* et le *Cycadeoidea ingens* Ward. Miss Bancroft souligne les traits cycadéens de ces frondes.

Les études de cuticules ont donné sous l'impulsion de Nathorst (3) d'excellents résultats. Le savant paléobotaniste suédois a distingué plusieurs groupes, d'après l'examen des stomates et cuticules, parmi les frondes de Cycadophytes mésozoïques : groupe *Pterophyllum* (*P. Grand'Euryi*) ; groupe *Otozamites* (*Dictyozamites, Otozamites Ptilophyllum pectinoides. Zamites. Anomozamites*) ; groupe du *Pseudocycas* ; groupe du *Nilssonia*, du *Ptilozamites* (*Ptilozamites* et *Ctenopteris*).

M. Thomas et Miss Bancroft (4) ont appliqué la même méthode que Nathorst à l'étude des cuticules de Cycadophytes du Yorkshire, que ces auteurs ont comparées aux cuticules des Cycadées actuelles. De part et d'autre (c'est une de leurs conclusions) la tendance xérophile s'accuse par l'épaisseur de la cuticule, la situation souvent profonde des cellules stomatiques, le nombre relativement faible des stomates. M. Thomas et Miss Bancroft divisent en deux séries les Cycadophytes jurassiques du Yorkshire : les *Bennettitales* (g. *Ptilophyllum*, g. *Otozamites*, g. *Dictyozamites*, g. *Zamites Tæniopteris vittata*), caractérisées par les sinuosités des membranes cellulaires de l'épiderme, la tendance des ostioles stomatiques à s'orienter normalement à la direction des nervures. . ; les *Nilssoniales* (g. *Nilssonia*, *Ctenis*, *Ptilozamites*) à membranes rectilignes,

(1) WIELAND, *ibid*. pl. 58.

(2) N. BANCROFT in *Trans. Linnean Soc. London*, 2nd. ser., Bot VIII, pt. 2. pp. 73-75, 1913.

(3) Cf. A. G. NATHORST in *Palæobotanische Zeitschrift*, I, 1, p. 35 ; 1912.

(4) H. HAMSHAW Thomas and N. BANCROFT : On the cuticles of some recent and fossil cycadean fronds (*The Trans. Linn. Soc. London*, 2nd. ser., Bot. VIII, part. 5, pp. 155-204 ; pl. 17-20).

à stomates disposés sans ordre, à cellules stomatiques plus profondes et entourées de plusieurs cellules annexes qui les surplombent comme dans les Cycadées actuelles (g. *Cycas*, g. *Dioon*). Les caractères tirés des cuticules peuvent rendre de grands services, pour distinguer par exemple entre deux genres dont certaines espèces sont parfois si voisines (g. *Nilssonia*, g. *Tæniopteris*). La classification basée sur ce caractère, qui est fonction du milieu, ne peut être que provisoire. Disons de suite que ce genre *Nilssonia* paraît bien constituer le type d'une série spéciale des Cycadophytes ; cela résulte des recherches de Nathorst et de M. Gothan (1) qui ont trouvé des graines associées avec plusieurs *Nilssonia* rhétiens ou infraliasiques.

Fructifications des Hemicycadales Wieland. — Quelle est la valeur morphologique des fructifications des *Bennettites* et des *Williamsonia ?* S'agit-il de fleurs ou d'inflorescences ? Lignier (2), qui avait admis d'abord la seconde interprétation pour le *Bennettites Morierei* (3), est revenu incidemment sur cette question dans le compte rendu d'un mémoire de M. Schuster (4) et considère les pédicelles ovulifères comme des feuilles disposées en spirale sur l'axe floral. Plus récemment M. Seward (5), d'après l'étude du *Williamsonia scotica*, conclut à l'homologie des mégasporophylles ou écailles ovulifères et des écailles interséminales : ce seraient des organes de nature foliaire. Fait intéressant, que souligne d'ailleurs M. Sahni (6) ; car de ce chef les Bennettitales se placeraient à côté des Cycas et des Ptéridospermées dans le groupe des Phyllospermes (Gymnospermes à graines naissant sur les feuilles). Pour plus de commodité, on suivra ici l'exemple de M. Wieland, de Zeiller, de M. Seward et l'on parlera de strobiles ovulifères et de disques ou fleurs mâles.

(1) Cf. Gothan, *op. cit.*, Flora der Umgegend von Nürnberg, p. 35.

(2) O. Lignier in *Bull. Soc. Linn. Normandie*, 6e sér., V, pp. XVI-XVII, 1912.

(3) Notons que ce *Bennettites* doit être du Gault et non de l'Oxfordien. (*Bull. Soc. Linn. Normandie*, 6e sér., II. pp. 214-220, 1910).

(4) Schuster : Weltrichia und die Bennettitales (*Kungl. Svenska Vetenskapsak. Handl.* Bd. 46, N° 11, 1911).

(5) Seward, *Fossil plants*, III, p. 403.

(6) Sahni in *Philos. Trans. Royal Soc. London*, Ser. B, vol. 210, p. 299, 1920

G. *Cycadeoidea* Buckland. — M. Wieland (1) a ajouté de nouveaux détails sur les bourgeons floraux des *Cycadeoidea* dans diverses notes et surtout dans son *American fossil Cycads*. Certaines espèces portaient des bourgeons floraux nettement bisexués (*C. colossalis*, *C. dacotensis*). Pour d'autres *Cycadeoidea* M. Wieland se pose la question de savoir s'ils n'étaient pas monoïques et même dioïques. Les bourgeons floraux du *C. Jenneyana* par exemple se présentent sous deux aspects différents : les uns ont un réceptacle convexe, large, portant des macrosporophylles et des écailles sur toute sa surface ; leurs graines sont bien développées. Les autres montrent un réceptacle allongé, dont la zone ovulifère étroite et peu étendue ne présente que des ovules non développés, mais dont les microsporophylles portent des synangiums presque mûrs. On peut voir là un indice de monoïcité. C'est à propros du merveilleux *Cycadeoidea Dartoni* que M. Wieland se pose la question de savoir s'il n'était pas dioïque. Les très nombreux cônes de cette espèce ont une taille relativement petite, variable de 3 à 2 cm. M. Wieland n'a observé qu'une fois la présence du disque mâle hypogyne, mais il lui paraît probable que les bourgeons floraux de cette espèce étaient bisexués et que les organes mâles arrivaient à maturité plus tôt que les ovules, comme dans beaucoup de *Cycadeoidea*.

Soulignons, comme l'a fait M. Thomas dans son remarquable mémoire sur le genre *Williamsoniella*, deux tendances chez les *Cycadeoidées*, tendances qui se retrouvent dans la tribu des *Williamsonia* : réduction des microsporophylles et du nombre de synangiums par microsporophylles, limitation de la zone ovulifère du strobile. Chez le *Cycadeoidea colossalis* les microsporophylles sont stériles dans leur région distale, fertiles dans leur région moyenne. Ils n'ont pas la forme de frondes bipinnées comme ceux du *C. dacotensis*, mais portent chacun sur leur face interne six paires de synangiums, suivant l'interprétation de M. Wieland.

La reconstitution de ce *Cycadeoidea colossalis* par M. Wieland (2) aidera sans doute à interpréter certaines structures particulières à

(1) Wieland : On the smaller flower-buds of Cycadeoidea (*The American Journal of Science*, XXXIII, pp. 73-91 ; 1912). — Further notes on disk structure (*Ibid.* XXXVIII, pp. 117-136 ; 1914) — Notes on young floral structures (*Ibid.* XLVI, pp. 645-650 ; 1918).

(2) *American fossil Cycads*, pp. 72, 73 ; 1916.

quelques *Williamsonia*. Le réceptacle s'allonge beaucoup dans cette espèce, la zone ovulifère est loin d'atteindre le sommet du réceptacle qui s'étale un peu et demeure stérile. Les microsporophylles sont remarquables par la situation des synangiums placés dans un plan supérieur à la zone ovulifère du strobile et par deux expansions en forme d'ailes émanant de la partie dorsale des rachis ; l'ensemble de ces expansions lamelliformes constitue une sorte de dôme au-dessus du réceptacle.

Genre *Williamsonia* Carruthers. — *Williamsonia gigas*. — On lira avec le plus vif intérêt les pages que M. Seward (1) a consacrées au classique *W. gigas* Williamson. La partie supérieure du fruit (carpellary disc de Williamson, appendice infundibuliforme de Lignier) serait formée, suivant l'hypothèse de Seward, de microsporophylles. Le *W. gigas* diffèrerait donc ainsi des bourgeons floraux bisexués des *Cycadeoïdées* et des *Williamsoniées*, dont les microsporophylles sont hypogynes.

D'après Arber (2) les cônes du *W. gigas* étaient probablement unisexués. Le sommet de l'axe du strobile femelle se prolongeait un peu au-dessus de la région ovulifère. L'axe de la fleur mâle s'évasait à sa partie terminale pour porter un verticille de microsporophylles. M. Hampshaw Thomas (3) a attiré l'attention sur un spécimen de *Williamsonia*, provenant du Yorkshire et conservé au Muséum de Paris. Il s'agit d'un organe cupuliforme formé par la soudure de 18 à 20 microsporophylles, concrescents à leur base et présentant sur leur face interne une série de dépressions réniformes correspondant aux synangiums. M. Thomas considère cet organe comme la fleur mâle du *W. gigas*. Les fleurs de ce *Williamsonia* étaient dans son hypothèse unisexuées et indépendantes des fleurs femelles.

Le *Williamsonia scotica* Seward (4) provient du Kimmeridgien d'Eathie, près Cromarty (Ecosse). C'est un strobile unisexué couvert de nombreuses bractées poilues ; le ramentum est du type *Cycas*. Les ovules ont un très long bec micropylaire. Les écailles

(1) A. C. Seward, *Fossil plants* III, pp. 423-436.

(2) N. Arber in *Annals of Botany*, XXXIII, pp. 173-179 ; April 1919.

(3) Hamshaw Thomas in *The Proceed. of the Cambridge Philos. Soc.* XVIII., Part. 3, pp. 105-110 ; pl. VI ; 1915.

(4) A.C. Seward : A petrified *Williamsonia* from Scotland *(Phil. Trans. Roy. Soc. London*, Ser. B., vol 203, pp. 101-126 ; pl. 9-12 ; 1912).

interséminales et les mégasporophylles sont considérés comme homologues ; leur structure est relativement plus simple que celle des organes homologues des *Bennettites (B. gibsonianus, B. Morierei)*.

— De nombreux *Williamsonia* sont signalés dans le Rhétien et le Lias d'Oaxaca mais à l'état d'empreintes avec des frondes de Cycadophytes (*Otozamites*, *Ptilophyllum* etc.).

Microsporophylles et disques mâles des Hemicycadales. — G. *Williamsonia.* — Nous avons déjà mentionné les disques mâles attribués sous réserve au *W. gigas.* Les travaux de Nathorst (1), de M. Wieland (2), de M. Thomas, de M. Krasser ont surtout contribué à les faire connaître.

On peut concevoir, et c'est l'idée de Nathorst, que le type de disque mâle à synangiums sessiles ou subsessiles à la face interne des microsporophylles provient de la réduction d'un type à microsporophylles plus divisés, filicinéens, comme on en observe chez les *Bennettites* et chez le *Cycadeoidea dacotensis.* Le *Williamsonia spectabilis* dont Nathorst et M. Thomas (3) ont donné une reconstitution, possède des sporophylles moins réduits que le *W. Whitbiensis.*

Les disques mâles sont en forme de coupes, parfois nettement pédicellées *(W. spectabilis)* ; ils sont campanuliformes chez le *W. mexicana* Wieland.

Dans les grès infraliasiques de Steierdorf, dans le Banat (Autriche) M. Krasser (4) a signalé des disques mâles de *Williamsonia :* le *W. Alfredi* et le *W. banatica*, dont les synangiums sont sessiles et disposés en deux séries à la face interne des microsporophylles concrescents par leur base.

— Dès 1916, M. Wieland dans son *American Fossil Cycads* signalait des types très différents dans l'alliance *Cycadeoidea-*

(1) A. G. NATHORST : Ueber *Williamsonia, Wielenda, Cycadocephallus* und *Weltrichia (Kungl. Svenska Vetenskapsak. Handlingar.* Bd. 45, N° 4 ; 8 pl. ; 1909) — Neue Beiträge zur Kenntnis der Williamsonia-Blüten (*Ibid.* Bd. 46, N° 4. 1911) — Die Mikrosporophylle von *Williamsonia* (*Arkiv för Botanik.* Bd. 12, N° 6, 1912)

(2) Cf. WIELAND : *American fossil Cycads*, II, pp. 202-205.

(3) H. H. THOMAS in *Quart. Journ. Geol. Soc.* LXIX, p. 231, 1913.

(4) F. KRASSER : Männlichewilliamsonien aus dem Sandsteinschiefer des Unteren Lias von Steierdorf in Banat. (*Denkschr. d kais. Akad. d. Wiss. math.-naturw. Klasse*, 93 Bd, pp. 1-14, 3 pl., Wien, 1915).

Williamsonia : tels le genre *Cycadocephalus* de Nathorst et le genre *Weltrichia* Nath. trouvé avec le précédent dans le Rhétien de Suède ; tels encore les genres *Wielandiella* Nath. auquel il faut joindre le genre *Williamsoniella* dans la famille des Microflorées (Wieland, 1919).

G. *Cycadocephalus* Nath. (1). — Par la forme spéciale de ses spores, tétraédriques, du type fougère, par l'organisation des microsporophylles, disposés en verticille de 16 à 18 au sommet d'un pédicelle et portant à leur face interne de part et d'autre de la ligne médiane une série d'organes allongés fusiformes (synangiums), le genre *Cycadocephalus* constitue, d'après Nathorst, un rameau spécial des *Bennettitales*. C'est le type d'une famille spéciale (Wieland) (2).

C'est sans doute dans le voisinage du genre *Cycadocephalus* que doit se placer la fructification du Rhétien de Franconie connue sous le nom de *Weltrichia mirabilis* Braun. Quoique M. Schuster ait cru pouvoir reconstituer la fleur présumée bisexuée de ce *Weltrichia* (3), il ressort des critiques des spécialistes (4) que le *W. mirabilis* est, comme Nathorst le pensait, un disque mâle de Williamsoniée, d'organisation similaire à celle du *Cycadocephalus*.

Genre *Wielandiella* Nathorst. — La tige des *Wielandiella*, d'après la reconstitution de Nathorst, se divisait par dichotomies répétées et portait dans l'angle de ces dichotomies une fleur sessile, de petite taille. Les feuilles seraient du type *Anomozamites*. Les bourgeons floraux se présentent sous deux aspects différents : les uns montrent un strobile femelle muni de tubes micropylaires et d'écailles interséminales, les autres n'offrent plus en leur centre qu'un axe pyriforme portant à sa base une collerette correspondant au verticille mâle réduit. Nathorst est d'avis que le disque mâle se développait après la maturité de l'appareil femelle. M. Thomas considère ce disque comme très réduit et peut-être sans fonction. Il est en tout cas intéressant de noter que ce genre rhétien offre une

(1) NATHORST : Ueber *Williamsonia, Wielandia, Cycadocephalus, Weltrichia*. (*Kungl. Svenska Vetenskapsak Handlingar*, Bd. 45, n° 4, 8 Taf., 1909. — Zur Kenntnis der Cycadocephalus Blüte (*Ibid.* Bd. 48, N° 2, 1912).

(2) WIELAND, *American fossil Cycads*, pp. 202-205, 1916.

(3) Cf. SCHUSTER in *Kungl. Svenska Vetenskapsakademien, Handlingar*. Bd. 46, N° 11, 1911.

(4) Voir SEWARD, *Fossil plants*, III, p. 477.

réduction qui se présente aussi, quoique à un moindre degré, dans un bourgeon floral du Médiojurassique du Yorkshire (g. *Williamsoniella* Thomas).

Genre *Williamsoniella* Thomas (1). — Les tiges sont plusieurs fois bifurquées comme chez les *Wielandiella* et les bourgeons floraux longuement pédicellés se trouvent dans l'angle des bifurcations. Les feuilles éparses sur ces tiges sont, dans l'opinion de M. Thomas, du type *Tæniopteris vittata*.

Les « fleurs » sont petites (1 cm. de hauteur, 6 mm. de diamètre), nettement bisexuées. Le pédicelle floral porte de 12 à 16 microsporophylles, intimement adhérents, appliqués d'abord sur le sommet du réceptacle et laissant après l'anthèse une collerette ou *corona* apicale caractéristique (*W. coronata*). Chaque microsporophylle porte sur sa face interne de 4 à 6 synangiums ; quand ces derniers étaient parvenus à maturité, les microsporophylles tombaient. Le cône femelle à nombreux ovules orthotropes et bractées intersémiminales est du type ordinaire.

Ce genre nouveau, dont M. Wieland forme avec les *Wielandiella* son groupe des *Microflorées*, ferait le passage entre le genre *Williamsonia* (*W. Whitbiensis* Nath.) et le genre *Wielandiella*, qui marque le terme ultime d'une réduction dans la taille et le nombre des synangiums par microsporophylle (2).

A un point de vue général nous pouvons noter dans l'alliance *Cycadeoidea-Williamsonia*, dans l'évolution du type floral certains points obscurs, déconcertants. Nathorst, dès 1909, a d'ailleurs fait observer que l'ordre de complication organique des *Bennettitales* (*lato sensu*) n'est pas d'accord avec l'ordre stratigraphique des terrains qui les renferment (3). De fait, les microsporophylles des *Bennettites*, de plusieurs *Cycadeoidea* (Suprajurassique Infracrétacé) apparaissent comme plus voisins de la fronde composée de type filicinéen, que ne le sont ceux des *Williamsoniella* (Bathonien) et des *Wielandiella* (Rhétien). Sans doute bien des découvertes

(1) H. Hamshaw Thomas : On *Williamsoniella*, a new type of Bennettitalean, flower (*Philos. Trans. Roy. Soc. London*; ser. B., vol. 207, pp. 113-148; pl. 12-14; 1915).

(2) *Ibid.* p. 138.

(3) Voir à ce sujet Lignier in *Bull. Soc. Linn. Normandie*, 6e sér., 4e vol., p. XVI, 1910-1911.

restent à faire, mais dans l'état actuel de nos connaissances la conclusion qui paraît s'imposer c'est qu'il existe même dans cette alliance *Cycadeoidea-Williamsonia*, plusieurs lignes ou rameaux d'évolution, dont on a découvert quelques représentants.

Affinités des Hemicycadales. — En 1909 M. Scott (1) résumait en ces termes un paragraphe de ses *Studies in fossil botany* relatif aux affinités des Cycadophytes mésozoïques : « Les Bennettitées montrent une combinaison extraordinaire de caractères (de Fougères, de Gymnospermes et d'Angiospermes) ».

Les caractères filicinéens concernent particulièrement les microsporophylles, dont certains, nous l'avons vu, sont composés comme une fronde de fougère et dont les synangiums rappellent ceux des Marattiacées. Il est juste de faire remarquer que M. Thomas (2) dans son étude précitée sur le *Williamsoniella* trouve les microsporophylles de ce genre comparables à ceux du *Welwitschia*, idée que Miss Thoday avait d'ailleurs émise dès 1912 (3). Nous ne reviendrons pas sur ce que nous avons dit des caractères histologiques du bois.

Les rapports d'affinités des Cycadeoïdées et des diverses classes de Gymnospermes ont été à diverses reprises étudiées par M. Wieland (4).

En ce qui concerne la comparaison des graines de *Cycadeoidea* et des Gymnospermes inférieures (Ptéridospermées) on se reportera aux travaux de M. Wieland que nous signalons en note (5). Le paléobotaniste américain est d'avis que, parmi toutes les graines fossiles ou actuelles celles du genre *Lagenostoma* présentent les plus grandes analogies de structure avec les graines des *Cycadeoidea*. Le mode de vascularisation de l'ovule de *Lagenostoma* lui paraît être

(1) D. H. Scott *loc. cit.*, p. 604.

(2) H. H. Thomas in *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, ser. B, vol. 207, p. 143. 1915.

(3) M. G. Thoday (Sykes) : The anatomy and morphology of the inflorescences and flowers of Ephedra. (*Annals of Botany*, XXVI, p. 983, 1912).

(4) Wieland in *American fossil Cycads*, II, pp. 230-237 — Id. in 2nd Edition of *Encyclopedia Americana*, p. 359, 1919 — Distribution and relationships of the Cycadeoids (*The American Journal of Botany*, 7, pp. 125-145, april 1920).

(5) G. R. Wieland : Further notes on seed structures (*The American Journal of Science*, XXXII, pp. 133-155, 1911) — Further notes on disk structures (*Ibid.* XXXVIII, pp. 117-136, 1914) — *American fossil Cycads*, ch. XI, 1916.

intermédiaire entre celui des Cycas actuels et celui des *Cycadeoidea*. Ici, comme dans le cas des Lagenostomales, le sommet de la graine est du type plurilobé. Les disques des *Cycadeoidea* ont la structure de boutons floraux et proviendraient de la réduction et de la fusion de sporophylles ancestraux plus développés et indépendants.

Les rapports des divers Hémicycadales avec les Cycadées sont plus ou moins lointains. Nous avons vu que des travaux récents avaient mis en évidence des ressemblances de structure entre les frondes des Cycadophytes mésozoïques et celles des Cycadées. A côté de tiges à moelle très développée et à cylindre ligneux relativement étroit, M. Wieland a signalé des tiges de *Cycadeoidea* dont le bois est compact et se rapproche par là du type *Cordaixylon*. De plus les tiges dichotomes qui portent les boutons floraux de genre *Wielandiella* et de genre *Williamsoniella* sont d'un type à part, qui s'éloigne des Cycadées.

M. Wieland (1) verrait volontiers dans les *Wielandiella* et les *Williamsoniella* les types ancestraux des dicotylédones primitives, au sens de M. Hallier (2), des Magnoliaciées ou des Berbéridées. Comme l'écrivait M. Scott en 1915 (3) : « Les fleurs de *Magnolia* et des formes alliées sont, de toutes les fleurs actuelles, celles qui présentent les plus étroits rapports d'analogie avec celles des *Cycadeoidea*, mais la ressemblance est lointaine ».

Les rapports qui peuvent exister entre les graines des *Gnetales* et des *Bennettitales* ont été envisagés par M. Wieland (4), M. Berridge (5), Miss Thoday (6) et d'autres botanistes. La comparaison établie par M. Wieland entre le réceptacle du *Cycadeoidea turrita* et la graine ou cupule du *Gnetum Gnemon*, comme

(1) WIELAND : Was the Pterophyllum foliage transformed in to the leafy blades of dicotyls? (*The American Journal of Science*, XXXVIII, pp. 451-460, 1914) — *American Journal of Botany*, VII, p. 154, 1920.

(2) H. HALLIER (*Arch. néerlandaises des Sc. ex. et natur.* Ser III, B. I, p. 146, 1912).

(3) D. D. SCOTT : The fore-runners of the flowering plants (*British Ass. Adv. Sc.*, Geol. Section, 4 p., January 1915.)

(4) WIELAND, *op. cit.*, in *American Journ. Sc.* XXXII, p. 458, 1911 — *Ibid.* XXXIII, p. 91, 1912 — *Ibid.* XXXII, pp. 1132-1133, 1911 — *American Journal of Botany*, VII, p. 167, 1920; etc...

(5) E. BERRIDGE in The New Phytologist, X; 1911.

(6) THODAY (Sykes) in *Annals of Botany*, XXV, pp. 1101-1135; 1911. — *Ibid.* XXVI, pp. 953-985; 1912.

aussi la comparaison de Miss Thoday, entre le tégument et le tube micropylaire des *Gnetum* et du *Bennettites Morierei*, ont été vivement critiquées et rejetées par Lignier et Tison (1). Cependant ces rapports de similitude sont pris en sérieuse considération par M. Seward (2) et M. Thomas (3). « Il est toutefois difficile, écrit M. Seward, d'estimer à leur juste valeur les rapports entre Gnetales et Bennettitales ».

4. *Ginkgoales.* (4)

M. Lundquist (5) a attiré l'attention sur le polymorphisme foliaire du *Baiera minuta* Nath., espèce abondante dans certains dépôts rhétiens de Suède.

Les empreintes de feuilles de Ginkgoales sont fréquentes dans le Jurassique. Plusieurs paléobotanistes ont étudié les cuticules des *Baiera*, des *Ginkgoites* et des *Czekanowskia* ; il résulte de leurs recherches que les stomates des diverses *Ginkgoales* fossiles ont une structure qui est semblable ou identique à celle des stomates du *Ginkgo biloba* (cellules stomatiques recouvertes par plusieurs cellules annexes, qui rayonnent autour de l'ostiole et dont les parois proximales sont souvent épaissies). Nous ne pouvons que mentionner les études de ce genre de M. Gothan (6) et de MM. Antews (7) sur les *Baiera* infraliasiques de Nüremberg ou de Hoer (Suède) ; celles de M. Thomas (8) sur des cuticules de *Baiera* et un nouveau genre (g. *Eretmophyllum*) du Médiojurassique du Yorkshire ; genre très voisin des *Ginkgodium*, dont les feuilles lancéolées ou linéaires sont atténuées en pétioles et dont les nervures dichotomes ont ten-

(1) Lignier et Tison in *Ann. des Sc. naturelles, Bot.*, 1912, p. 90 ; pp. 176-177.

(2) A. C. Seward in *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, ser. B., vol. 203, p. 120 ; 1912.

(3) H. Thomas, *ibid*, ser. B. vol. 207, p. 143, 1915.

(4) Cf. A. C. Seward, *Fossil plants*, IV, chap. XL, XLI

(5) Lundquist : Variationtypen von *Baiera minuta* (*Geol. Förenhandl.*, XL, pp. 491-502 ; 9 pl., 1918).

(6) Gothan, *op. cit.* id. *Abh. d. Naturhist. Gesellsch. Nürnberg*, XIX, Bd IV, pp. 150 152, 1914

(7) Antevs in *Kungl. Svenska Vetenskapsakad. Handl.*, Bd. 59, n° 8, p. 44, 1919.

(8) Thomas in *Quart. Journ. Geol. Soc.*, LXIX, pp. 243-245, 1913 ; et *Proc. Cambridge Phil. Soc.*, XVII, pt. 3, pp. 256-262 ; pl. VI et VII, 1913.

dance à converger vers le sommet du limbe. Les pages que M. Seward (1) a consacrées à l'étude des stomates de *Ginkgoites* et de *Baiera* provenant du Médiojurassique de Dzoungarie (Chine) sont aussi à citer.

Nos connaissances sur les inflorescences de ces Ginkgoales fossiles n'a guère fait de progrès ces dernières années. Dans l'Infralias de Nuremberg M. Gothan (2) a remarqué l'association d'inflorescences du genre *Stachyopitys* Schenk avec plusieurs *Baiera*, association non constatée par M. Antevs (3) dans le grès infrasialique de Hoer. M. Antevs (4) range parmi les Cycadophytes *incertæ sedis* l'inflorescence connue sous le nom de *Stenorachis scanicus*, que Nathorst a d'abord signalée dans le Rhétien de Scanie, M. Seward (5) place cette inflorescence parmi les Ginkgoales ; de fait la disposition et la forme des pédicelles latéraux paraît plaider en faveur de cette attribution. Mais dans ce cas, comme dans le cas du *Stenorachis lepida*, rapporté par Heer à quelques *Ginkgoites* jurassiques de Sibérie et décrit par M. Seward dans ses flores de la région de l'Amour et de l'Afghanistan (6), on ignore la nature des organes (sacs polliniques ou ovules) que portaient les pédicelles.

5. *Coniferales*

On ne peut songer à donner l'analyse des nombreux travaux qui ont paru depuis 1910 sur les Conifères, en particulier sur leurs bois fossiles ; cette analyse se trouve d'ailleurs dans plusieurs chapitres de *Fossil plants* (7).

A la suite de recherches sur les graines du *Taxus baccata*. M. Sahni (8) a été amené à distinguer *Taxales* et *Coniferales* ; ce

(1) Seward in *Mém. Comité géologique*, N. S. Livr. 75, pp. 45-50, 1911.

(2) Gothan, *op. cit.* Nürnberg, 1914, p. 150, 152.

(3) Antevs, *op. cit.* Flora der Hörsandsteins, 1919, p. 45.

(4) Id. *ibid.* p. 37.

(5) Seward, *Fossil plants*, IV, p. 56.

(6) Id. *Mém. Comité géologique*, N. S. Livr. 81, p. 28; 1912. — *Mém. Geol. Surv. India*, N. S. IV, N° 4, pp. 23, 24 ; 1912.

(7) A. C. Seward, *op. cit.* IV, ch. 44-50, 1919.

(8) B. Sahni : On certain archaic features in the seed of *Taxus baccata*, with remarks on the antiquity of the Taxineæ (*Annals of Botany* XXXIV, pp. 120-133, 1920) — On the structure and affinities of *Acmopyle Pancheri* Pilger (*Philos. Trans. Roy. Soc. London*, ser. B, vol. 210, pp. 253-310 ; pl. 9-11 ; 1920).

paléobotaniste répartit les Gymnospermes en deux groupes : les Phyllospermes à graines nées sur des organes foliaires et les Stachyospermes, dont les graines sont portées sur des organes de nature axiale. Parmi les Stachyospermes, les Taxales continuent directement les Cordaïtales, et les Coniferales sont un rameau latéral issu des Cordaïtales paléozoïques.

Les *Taxales* sont, d'après les données actuelles, d'apparition récente. Suivant M. Seward on n'a pas observé jusqu'à présent de bois, qui puissent être sans conteste attribués à des Taxinées, avant la période tertiaire. On a sans doute souvent rapporté des rameaux feuillus de Conifères au genre *Taxites*. M. Seward a signalé sous le nom de *Taxites Jeffreyi* un de ces rameaux dans le Kimméridgien du Sutherland (1). Les feuilles ressemblent à celles des Taxacées ou de quelques *Podocarpus*. M. Halle (2) de son côté a proposé le terme générique nouveau *Elatocladus* pour désigner ces rameaux de Conifères garnis de feuilles, mais dont l'attribution générique exacte demeure douteuse en l'absence de fructifications.

Les *Araucarinées* sont anciennes, probablement établies comme famille dès le Rhétien (3). En 1904 Nathorst avait fait observer qu'une espèce antarctique (de Graham) d'*Araucarites* possédait des graines plus étroitement apparentées à celles des *Araucaria* de la section *Eutacta* qu'à celles de la section *Colymbea*, qui est seule représentée dans l'Amérique du Sud. M. Halle (4) a confirmé cette opinion. Cette observation de Nathorst et de Halle contribue aussi à démontrer que les Araucarinées avaient une aire très vaste de distribution durant le Jurassique.

Dans le Kimméridgien du Sutherland on a trouvé un strobile de Conifère que M. Seward (5) a dénommé *Conites Juddi*. Les écailles de ce cône ressemblent beaucoup à celles du genre *Araucaria*, mais les graines sont disposées à la surface de l'écaille comme dans le genre *Agathis*. De plus ce strobile réunit aussi des traits de quelques

(1) A. C. Seward in *Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, XLVIII, part IV, p. 871 ; 1913.

(2) T. G. Halle, *op. cit.* The Mesozoic flora of Graham Land, p. 83 ; 1913.

(3) A. C. Seward, *Fossil plants*, IV, p. 301.

(4) Halle, *loc. cit.*, pp. 72-74.

(5) A. C. Seward in *Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, 1913, pp. 873-881.

Abiétinées : on ne peut donc sans hésitation l'attribuer aux *Araucarinées*.

Ancienneté relative des Araucarinées et des Abiétinées (1). — Nous avons résumé (2) déjà les arguments des partisans de l'origine cordaitéenne des *Araucarinées*, arguments favorables à l'ancienneté de cet ordre.

Par contre MM. Thomson et Allin (3) ont réfuté l'un des arguments de MM. Jeffrey et Chrysler (4), qui avaient cru pouvoir établir la présence des Abiétinées dès le Carbonifère et le Permien. Des deux bois fossiles attribués par MM. Jeffrey et Chrysler aux Abiétinées, l'un le *Pityoxylon chasense* du Permien du Kansas est un *Dadoxylon*, l'autre le *Pinites conwentzianus* Gœpp. est bien une Abiétinée, mais son âge reste à préciser (5).

Un autre argument mis en avant par M. Jeffrey (6) c'est la présence dans les ancêtres du Pin (*Prepinus* crétacés) de faisceaux foliaires à bois centripète de type *Cordaites* : caractère archaïque plaidant en faveur de l'ancienneté des Abiétinées. On lira avec intérêt les critiques de M. Seward (7) à ce sujet.

On doit aussi apporter grande attention aux études de morphologie comparée de M. Eames (8) sur les *Araucarinées* actuelles et de M. Sinnott (9) sur les *Podocarpinées*. D'après ces études il y aurait homologie entre l'écaille du cône d'*Agathis* d'une part et la bractée et le mégasporophylle des Abiétinées d'autre part : l'écaille

(1) Cf. BURLINGAME in *The Botanical Gazette*, LX, pp. 1-26 ; pp. 89-110 ; July 1915.

(2) *Rev. Gén. de Bot.* XXXV, p. 109, février 1923.

(3) R. BOYD THOMSON and A. Everett Allin : Do the Abietineæ extend to the Carboniferous? (*The Botanical Gazette*, LIII, pp. 339-344 ; pl. XXVI ; 1912).

(4) E. C. JEFFREY and M. A. Chrysler : On cretaceous Pityoxyla (*Ibid.* XLII, pp. 1-15 ; pl. I-II ; 1906).

(5) Cf. W. GOTHAN in *Kungl. Svensk. Vetensk. Akad. Handl.*, XLV, N° 8, p. 56, 1910 — SEWARD, *Fossil plants*, IV, p. 221.

(6) Cf. E. C. JEFFREY : On the structure of the leaf in cretaceous pines (*Annals of Botany*, XXII, N° LXXXVI, pp. 207-219 ; 1908) — A new prepinus... (*Proc. Boston Soc. Nat. History*, XXXIV, N° 10, pp. 333-338, 1910).

(7) A. C. SEWARD, *Fossil plants*, IV, p. 403.

(8) EAMES : The morphology of *Agathis australis* (*Annals of Botany*, XXVII, pp. 1-38, pl. I-IV, 1913).

(9) SINNOTT : The morphology of the reproductive structures in the Podocarpineæ (*Ibid.*, XXVII, pp. 39-81, pl. V-IX, 1913).

des Araucarinées apparaîtrait comme simplifiée par réduction et spécialisation et ne serait pas primitivement simple. Les Podocarpinées et les Araucarinées doivent, dans l'hypothèse de M. Sinnott, provenir d'un ancien groupe à caractères prononcés d'Abiétinées. Ces travaux semblent guidés par l'hypothèse qui consiste à considérer comme plus primitif un cône à écaille ovulifère et bractées stériles distinctes. M. Seward (1) et M. Thomas (2) sont au contraire d'avis que l'écaille du cône des Araucarinées est morphologiquement différente de celle des autres conifères.

En fait on a souvent signalé, dans les terrains secondaires envisagés dans cette revue, des Conifères fossiles qui offrent à la fois des caractères d'*Araucarinées* et d'*Abiétinées* : Ces formes de transition peuvent être invoquées pour étayer l'une ou l'autre théorie. Citons quelques exemples.

Dans le Trias de l'Arizona U. S. M., Jeffrey (3) a décrit, sous le nom générique de *Woodworthia*, un bois fossile qui possède la structure de celui des *Araucaria*, mais qui diffère des *Araucaria* et se rapproche des *Abiétinées* par la possession de rameaux courts. « Ce genre, écrit M. Seward (4), est un exemple intéressant d'un type ancien qui montre bien l'association, avec des caractères araucariens, d'un trait morphologique que les Araucarinées ne possèdent plus ».

Toujours dans le Trias américain, mais dans le New-Brunswick (Canada) Miss Holden (5) a signalé le *Voltzia coburgensis* Schaur. qui présente dans son bois des caractères d'Araucarinées et d'Abiétinées. Miss Holden adoptait les idées de M. Jeffrey sur l'ancienneté des Abiétinées.

Le Trias lorrain a fourni à Fliche (6) plusieurs bois extrêmement intéressants au point de vue où nous nous sommes placés. Dans le Muschelkalk et le Keuper ce savant a observé la fréquence de bois

(1) Seward and Ford (*Phil. Trans. Roy Soc.*, ser. B, CXCVIII, pp. 305-411).

(2) Thomson in *The Botanical Gazette*, XLVII, pp. 345-354 ; 1909.)

(3) Jeffrey : A new araucarian genus from the Triassic (*Proc. Boston Soc. Nat. History*, XXXIV, N° 9 ; pp 325-332 ; pl. 31, 32 ; 1910).

(4) *Fossil plants*, IV, p. 235.

(5) Ruth Holden : Some fossil plants from Eastern Canada (*Annals of Botany*, XXVII, pp. 243-255 ; pl. XXII, XXIII ; april 1913).

(6) P. Fliche : Flore fossile du Trias et en Franche-Comté, pp. 184-245, Nancy, 1910.

de type *Araucarioxylon* Kr. (= *Dadoxylon*); mais à côté de ce type de bois il signale dans le Muschelkalk de Meurthe-et-Moselle un bois qui lui paraît devoir se rapporter au genre *Cedroxylon*, que jusqu'ici on n'avait pas découvert dans des terrains antérieurs au Jurassique. Un caractère auquel M. Gothan attache beaucoup d'importance (les ponctuations des cellules des rayons médullaires) n'est cependant pas conservé dans cet échantillon. Fliche attire encore l'attention sur un bois de Conifère qu'il attribue au genre *Xenoxylon* de Gothan et qui est voisin du *X. latiporosum*; les cellules des rayons médullaires présentent une seule ponctuation, mais très grande et analogue à celles des Pins de la section *Pinaster* et les trachéides ont une seule rangée de ponctuations comprimées comme chez les Araucarinées actuelles. Fliche fait ressortir tout l'intérêt de ce bois ancien, offrant réunis des caractères de structure qui jusqu'à présent n'ont été observés que sur des types d'organisation distincte (1).

On doit encore à Miss Holden (2) une note sur les bois de Conifères du Jurassique du Yorkshire et une autre sur un bois du Corallien d'Ecosse. La critique en a été faite par M. Seward (3).

Parmi les bois du Jurassique du Yorkshire (Oolithe) certains genres *Metacedroxylon*, *Paracupressinoxylon*, *Paracedroxylon* lui paraissent représenter des formes de transition entre *Abiétinées* et *Araucarinées* et être ces ancêtres des Araucarinées qui possédaient dans leur bois, suivant l'hypothèse de M. Jeffrey (4), des canaux résineux, des rayons médullaires à grandes ponctuations, du parenchyme ligneux et des trachéides à ponctuation du type *Brachyoxylon* (à ponctuations les unes comprimées comme dans les *Araucaria* et et les autres espacées et circulaires du type Abiétinées). A la lecture de ces notes, on se rend compte de la difficulté que comportent l'interprétation et la détermination des bois fossiles. Miss Holden attache une grande importance à la présence ou absence de barres

(1) *Ibid.* p. 234.

(2) Ruth Holden : Contributions to the the anatomy of mesozoic Conifers (*Annals of Botany*, XXVII, pp. 533-545, pl. 39 et 40, July 1913 — A jurassic wood from Scotland (*The New Phytologist.* XIV, Nos. 6 and. 7, 1915.)

(3) Cf. *Fossil plants* IV, pp. 205, 237, 238, 241.

(4) Jeffrey : The Araucarioxylon type (*Proc. Am. Acad.* Arts and Sciences, XLVIII, No. 13, 1912).

de Sanio (1). Elle considère comme plus sujets à caution certains traits, auxquels M. Gothan attache au contraire beaucoup d'importance dans la diagnose des genres de bois fossiles : la constitution des cellules des rayons médullaires, par exemple.

Dans les couches de passage du Jurassique au Crétacé, au Spitzberg, M. Gothan (2) a reconnu, dès 1910, des bois fossiles *Procedroxylon* réunissant des caractères d'*Araucarinées* (ponctuations comprimées, contiguës des trachéides) à des traits d'*Abiétinées* (ponctuations des cellules des rayons médullaires, du type *Abies, Picea*). D'autres bois fossiles de Conifères du Jurassique tout-à-fait supérieur du Spitzberg sont difficiles à classer et sont rapportés par M. Gothan aux genres *Anomaloxylon, Xenoxylon* etc.. Certains de ces bois offrent de larges canaux secréteurs, sans doute imputables à des phénomènes de traumatisme.

Conifères incertæ sedis. — Bien qu'on ne puisse rapporter sûrement certains échantillons recueillis ces dernières années à une famille déterminée de Conifères, il n'est pas moins utile d'en faire ressortir l'intérêt scientifique.

Dans le Wealdien du Sud de l'Angleterre M. Seward a signalé le cône bien conservé du *Sphenolepidium kurrianum* (3). Des inflorescences mâles ont été découvertes dans le Jurassique supérieur d'Ecosse par M. Seward et Miss Bancroft (4) et par MM. Möller et Halle (5) dans les couches de Kurremölla (Scanie) d'âge probablement wealdien. On ne peut pour l'instant que les placer dans le genre très vague *Masculostrobus* (6).

(1) Cf. E. Gerry : Bars of Sanio in the Coniferales (*Annals of Botany*, XXIV, pp. 119-123 ; pl. XIII, 1910).

(2) W. Gothan : Die fossilen Holzreste von Spitzbergen (*Kungl. Svenska Vetenskapsakad. Handlingar*, Bd. 45, n° 8).

(3) A. C. Seward *op. cit.* (*Quart. Journ. Geol. Soc.*, LXIX, p. 105, pl. XII, fig. 10, 1913).

(4) Seward and M. Bancroft *op. cit.* (*Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, XLVIII, part IV, p. 872, 1913).

(5) Hj. Möller et T. G. Halle, *loc. cit.* (*Arkiv för Botanik*, Bd. 13, No 7, pp. 36, 38 ; 1913).

(6) A. C. Seward : The Jurassic flora of Sutherland (*Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, XLVII, pt. IV, p. 686, 1911) — *Fossil plants*, IV, p. 424.

6. *Gymnospermes incertæ sedis.*

Podozamiteæ Schuster. — On a souvent rapporté aux Cycadées le genre *Podozamites*. Cependant Nathorst a dès longtemps (1897) fait observer que les prétendues frondes composées de ce genre pourraient être des rameaux portant des feuilles du type *Araucaria* ou *Agathis*.

En 1911 Nathorst (1) a décrit plusieurs fructifications du Rhétien de Scanie, appartenant au genre *Cycadocarpidium*. Deux graines sont portées à la base d'un macrosporophylle dont le mode de nervation rappelle tout-à-fait celle d'un *Podozamites*. Nathorst considère ce dernier genre comme apparenté à la fois aux Conifères (g. *Agathis*) et aux Cycadées.

M. Schuster (2) a repris la description de plusieurs spécimens du *Podozamites distans*, figurés antérieurement par Schenk. Les *Podozamiteæ*, dans son hypothèse, forment une famille spéciale et le genre *Podozamites* est un type primitif de Conifère issu de la branche Cycadofilicinées qui donna naissance aux Ginkgoales.

Retenons pour l'instant la conclusion de M. Seward : ce genre est sans doute plus voisin du genre *Agathis* et des Coniferales que des Cycadophytes (3).

(1) A. G. Nathorst : Ueber die Gattung Cycadocarpidium.... (*Kungl. Svenska Vetensk. Akademiens Handlingar*, Bd. 46, No. 8 ; 1911).

(2) J. Schuster : Bemerkungen über Podozamites (*Ber. d. Deutschen Botanischen Gesellsch.* XXIX, pp. 450-455, 1911).

(3) Cf. A. C. Seward in *Mem. Geol. Surv. India*, N. S. IV, Mem. No. 4, pp. 32, 33; 1912 — *Fossil plants*, IV, ch. LI.

TABLE DES ARTICLES ORIGINAUX

Discours prononcé aux obsèques de M. Gaston BONNIER, par M. Marin MOLLIARD 1

Influence de la nature de l'aliment azoté sur les échanges gazeux (avec deux figures dans le texte), par M. Marin MOLLIARD . . 6

Contribution à l'étude de la répartition du fer dans les plantes, par MM. Lucien et Désiré LEROUX. 24, 57

Revue des Travaux de Botanique tropicale et subtropicale (1910-1919) *(suite)*, par M. P. CHOUX. 34, 92, 141, 196, 244, 304, 348, 416, 465, 520, 576, 620

Revue des Travaux de Paléontologie végétale publiés dans le cours des années 1910-1919. — 1re Partie : Paléozoïque *(suite et fin)*; 2me partie : Mésozoïque, par M. A. CARPENTIER. 42, 101, 149, 201, 254, 315, 361, 421, 472, 531, 585, 636

Contribution à l'étude des Synanthies (avec quatre figures dans le texte), par M. G. Nicolas 49

Contribution à l'étude de la Morphologie, de l'Anatomie comparée, de la Phylogénie et de la Biogéographie des Casuarinacées (avec 10 figures dans le texte), par M. Jacob de CORDEMOY. 71, 127, 186, 227, 292, 335, 399

Les Mousses et les Hépatiques fossiles des Tufs du Lautaret (Hautes-Alpes) (avec deux planches), par M. Robert DOUIN. . 113

Étude biologique de l'épanouissement des fleurs (avec trois planches), par MM. Adrien DAVY DE VIRVILLE et Fernand OBATON 161

Sur les fruits anormaux et l'entraînement à la résistance à la salure dans le *Lepidium sativum*, par M. Pierre LESAGE 209

Recherches sur le Gamétophyte des Marchantiées, par M. Ch. DOUIN.

I. Régénération du thalle chez les Marchantiées (avec vingt-sept figures dans le texte). 213

II. Les enseignements des anomalies chez les Marchantiées (avec quarante-neuf figures dans le texte). 273

III. Le thalle stérile des Marchantiées. Développement basilaire des feuilles et autres organes latéraux des Muscinées (avec quarante-quatre figures dans le texte). . 487, 553, 602

Les *Agauria* de Madagascar (avec deux planches), par M. H. PERRIER DE LA BATHIE 321

Les anomalies de la caryocinèse somatique chez le *Spinacia oleracea* (avec deux planches), par M. R. de Litardière . . . 369
L'athermanéité des essences végétales et la transpiration (avec dix-neuf figures dans le texte), par M. E. C. Téodoresco. 382, 455, 509, 566
Inauguration, au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, d'une plaque rappelant sa fondation, en 1889, par Gaston Bonnier. 433
Dans le monde des plantes vasculaires, le type unicotylé serait en voie d'acquérir la prépondérance, par M. Gustave Chauveaud. 440
Observations sur des fructifications de genre *Sphyropteris* Stur et de genre *Boweria* Kidston provenant du Westphalien du Nord de la France (avec deux planches et deux figures dans le texte), par M. A. Carpentier. 481
Contribution à la physiologie de la nutrition des parasites végétaux supérieurs, par M. Théodor Nicoloff. 545, 593

TABLE DES NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

C. Houard. — Les Zoocécidies des plantes d'Afrique, d'Asie et d'Océanie (2 vol., 1056 p., 1019 fig. dans le texte, 4 portraits; Hermann, Paris 1922). 270

C. Schröter. — Das Pflanzenleben der Alpen. Eine Schilderung der Hochgebirgsflora (2e éd. revue et augmentée, 1re livraison, 336 p., 125 fig., 9 tab. hors texte ; Rapstein, Zurich 1923). . 271

Mémoires de l'Institut génétique de l'Ecole supérieure d'agriculture à Varsovie (Livr. 1, 1921).

I. E. Malinowski : Sur les hybrides du chou pommé et du chou frisé.

II. Marie Sachs-Skalinska : Le polymorphisme des lignées pures du *Petunia*.

III. Marie Sachs-Skalinska : Croisement des races polymorphes.

IV. Marie Sachs-Skalinska : Recherches sur les hybrides de *Nicotiana*.

V. E. Malinowski : Analyse génétique de la forme des semences du *Phaseolus vulgaris* 478

E. Gaumann. — Matériaux pour la flore cryptogamique Suisse. Vol. V, fasc. 4. Beiträge zu einer Monographie der Gattung *Peronospora* Corda, 360 p., 166 fig. ; Frek, Zurich, 1923. . . 479

J. W. Moll et H. H. Janssonius. — Botanical Pen-Portraits (1 vol. 472 p., 111 fig. dans le texte; Martinus Nijhoff, La Haye, 1923). 480

T. Padmanabha Pillay. — Zur Entwickelungsgeschichte von *Sphaerobolus stellatus* Tode (Jahrbuch der philosophischen Fakultät II der Universität Bern, Bd. III, 1923). 544

TABLE DES PLANCHES

CONTENUES DANS LE TOME TRENTE-CINQUIÈME

PLANCHE 1. *Hypnacées fossiles.*

PLANCHE 2. *Hypnacées et Jungermanniacées fossiles.*

PLANCHE 3. *Ouverture de la fleur d'*Helianthemum guttatum. — *Courbes d'épanouissement de fleurs.*

PLANCHE 4. *Courbes d'épanouissement de fleurs.*

PLANCHE 5. *Courbes d'épanouissement de fleurs.*

PLANCHE 6. Agauria *de Madagascar.*

PLANCHE 7. *Feuilles d'*Agauria *de Madagascar.*

PLANCHE 8. *Cinèse somatique du* Spinacia oleracea.

PLANCHE 9. *Cinèse somatique du* Spinacia oleracea.

PLANCHE 10. Sphyropteris.

PLANCHE 11. Sphyropteris *et* Boweria.

PORTRAIT de M. Gaston BONNIER.

Ce tome renferme en outre cent cinquante-huit figures dans le texte.

TABLE DES ARTICLES ORIGINAUX

PAR NOMS D'AUTEURS

CARPENTIER (A.). Revue des Travaux de Paléontologie végétale publiés dans le cours des années 1910-1919 (*suite et fin*) 42, 101, 149, 201, 254, 315, 361, 421, 472, 531, 585, 636

CARPENTIER (A.). Observations sur des fructifications de genre *Sphyropteris* Stur et de genre *Boweria* Kidston provenant du Westphalien du Nord de la France 481

CHAUVEAUD (Gustave). Dans le monde des plantes vasculaires, le type unicotylé serait en voie d'acquérir la prépondérance. . 440

CHOUX (P.). Revue des Travaux de Botanique tropicale et subtropicale 1910-1919 (*suite*). 34, 92, 141, 196, 244, 304, 348, 416, 465, 520, 576, 620

CORDEMOY (H. Jacob de). Contribution à l'étude de la Morphologie, de l'Anatomie comparée, de la Phylogénie et de la Biogéographie des Casuarinacées 71, 127, 186, 227, 292, 335, 399

DAVY DE VIVILLE (Adrien) et OBATON (Fernand). Etude biologique de l'épanouissement des fleurs. 161

DOUIN (Charles). Recherches sur le Gamétophyte des Marchantiées. 213, 273, 487, 553, 602

DOUIN (Robert). Les Mousses et les Hépatiques fossiles des tufs du Lautaret 113

LEROUX (Lucien et Désiré). Contribution à l'étude de la répartition du fer dans les plantes 24, 57

LESAGE (Pierre). Sur les fruits anormaux et l'entraînement à la résistance à la salure dans le *Lepidium sativum*. 209

LITARDIÈRE (R. de). Les anomalies de la caryocinèse somatique chez le *Spinacia oleracea*. 369

MOLLIARD (Marin). Discours prononcé aux obsèques de M. Gaston BONNIER 1

MOLLIARD (Marin). Influence de la nature de l'aliment azoté sur les échanges gazeux. 6

NICOLAS (G.). Contribution à l'étude des Synanthies. 49

NICOLOFF (Theodor). Contribution à la physiologie de la nutrition des parasites végétaux supérieurs. 545, 593

OBATON (F.). Voyez DAVY DE VIRVILLE.

PERRIER DE LA BATHIE (H.). Les Agauria de Madagascar. . . . 321

TÉODORESCO (E. C.). L'athermanéité des essences végétales et la transpiration 382, 455, 509, 566

Nemours. — Imp. ANDRÉ LESOT. *Le Gerant :* Jacques LESOT.